ELETTRONICA IN
Rivista mensile, anno I n. 4
NOVEMBRE 1995

Direttore responsabile:
Arsenio Spadoni

Responsabile editoriale:
Carlo Vignati

Redazione:
Paolo Gaspari, Vittorio Lo Schiavo, Sandro Reis, Francesco Doni, Angelo Vignati, Antonella Mantia.

DIREZIONE, REDAZIONE, PUBBLICITA':
VISPA s.n.c.
v.le Kennedy 98
20027 Rescaldina (MI)
telefono 0331-577982
telefax 0331-578200

Abbonamenti:
Annuo 10 numeri L. 56.000
Estero 10 numeri L. 120.000
Le richieste di abbonamento vanno inviate a: VISPA s.n.c., v.le Kennedy 98, 20027 Rescaldina (MI), tel. 0331-577982

Distribuzione per l'Italia:
SO.DI.P. Angelo Patuzzi S.p.A.
via Bettola 18
20092 Cinisello B. (MI)
telefono 02-660301
telefax 02-66030320

Stampa:
Industria per le Arti Grafiche
Garzanti Verga s.r.l.
via Mazzini 15
20063 Cernusco S/N (MI)

Elettronica In:
Rivista mensile registrata presso il Tribunale di Milano con il n. 245 il giorno 3-05-1995.
Una copia L. 7.000, arretrati L. 14.000 (effettuare versamento sul CCP n. 34208207 intestato a VISPA snc)
(C) 1995 VISPA s.n.c.

Impaginazione e fotolito sono realizzati in DeskTop Publishing con programmi Quark XPress 3.3 e Adobe Photoshop 3.0 per Windows. Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati a termine di Legge per tutti i Paesi. I circuiti descritti su questa rivista possono essere realizzati solo per uso dilettantistico, ne è proibita la realizzazione a carattere commerciale ed industriale. L'invio di articoli implica da parte dell'autore l'accettazione, in caso di pubblicazione, dei compensi stabiliti dall'Editore. Manoscritti, disegni, foto ed altri materiali non verranno in nessun caso restituiti. L'utilizzazione degli schemi pubblicati non comporta alcuna responsabilità da parte della Società editrice.

SOMMARIO

8 **ANTIFURTO CASA VIA RADIO**
Sicuro, affidabile e facile da realizzare grazie all'utilizzo dei nuovi sensori AUREL ad infrarossi con trasmettitore radio incorporato.

21 **ESPANSIONE 4 CANALI PER CHIAVE DTMF**
Come aumentare da 4 a 8 il numero delle uscite del telecontrollo DTMF con EEPROM presentato sul fascicolo di ottobre.

27 **CORSO DI PROGRAMMAZIONE PER ST626X**
Per apprendere la logica di funzionamento e le tecniche di programmazione dei nuovi micro della famiglia ST626X.

36 **INVERTER PWM 250 WATT**
Potente convertitore DC-AC caratterizzato da un altissimo rendimento e da dimensioni contenute grazie alla tecnica PWM.

47 **CHIAVE DTMF MONOCANALE**
Compatto telecontrollo DTMF in grado di accendere o spegnere a distanza, via radio, qualsiasi utenza elettrica.
Ritenzione del codice di accesso in memoria non volatile.

54 **MOTORETTA ELETTRICA**
Non più un ciclomotore, ma una vera e propria motoretta con prestazioni esaltanti ed un costo di esercizio di poche lire al chilometro. Autonomia di quasi 100 chilometri.

65 **CORSO DI ELETTRONICA DI BASE**
Dedicato ai lettori alle prime armi, questo Corso privilegia l'aspetto pratico a quello teorico. Quarta puntata.

71 **MIXER AUDIO 8 INGRESSI**
Appositamente studiato per piccoli complessi, può essere utilizzato anche per sonorizzare una videocassetta o per realizzare il divertimento più alla moda: il karaoke.

La tiratura di questo numero è stata di 31.000 copie.

SICUREZZA

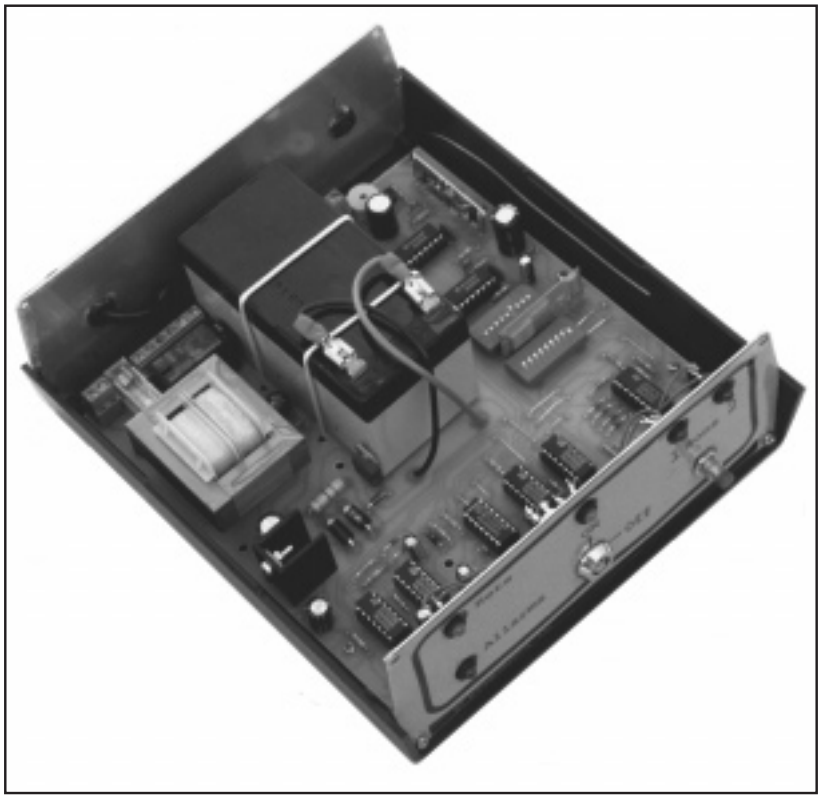
ANTIFURTO CASA VIA RADIO

di Arsenio Spadoni

Anche se le ultime statistiche indicano un leggero calo dei furti negli appartamenti, questo genere di reato è ancora molto diffuso nel nostro paese. Altrettanto florido (non poteva essere diversamente) è il mercato delle contromisure ovvero l'offerta di impianti di sicurezza atti a rendere più difficile la vita ai "soliti ignoti". Sul mercato esistono impianti in grado di soddisfare qualsiasi esigenza, dai semplici antifurti per appartamento ai sistemi sofisticati per banche e gioiellerie dotati di impianto TV a circuito chiuso, teleallarme ed altre diavolerie del genere. Tutti questi dispositivi, forse perché destinati ad un mercato particolare, presentano costi decisamente sproporzionati rispetto al loro reale valore. Dal punto di vista strettamente elettronico, lo schema di un impianto antifurto è molto semplice essendo formato da un insieme di temporizzatori e da alcune funzioni logiche elementari: per questo motivo chiunque abbia una certa dimestichezza con i montaggi elettronici potrà facilmente autocostruire il

ANTIFURTO CON FILI? GRAZIE, NO! ECCO LA NOSTRA PROPOSTA PER UN ANTIFURTO VIA RADIO PER USO DOMESTICO SICURO E FACILE DA REALIZZARE GRAZIE AI NUOVI SENSORI DELL'AUREL CON TRASMETTITORE RADIO INCORPORATO. ATTIVAZIONE MEDIANTE RADIOCOMANDO, USCITA PER SIRENA AUTOALIMENTATA, BATTERIA TAMPONE. DISPONIBILE IN SCATOLA DI MONTAGGIO.

proprio impianto con un notevole risparmio dal punto di vista economico. E' proprio il progetto di un antifurto per abitazione che proponiamo in queste pagine. La particolarità di questo circuito è il funzionamento via radio ovvero l'assenza di cavi di collegamento tra i vari sensori e la centrale. In caso di allarme il sensore invia alla centrale l'impulso di allarme sfruttando una portante radio; ovviamente il sensore deve essere dotato di apposito trasmettitore codificato e la centrale di un ricevitore radio e del relativo decodificatore. L'impiego di un impianto antifurto di questo tipo semplifica notevolmente l'installazione che può essere effettuata in poche decine di minuti senza alcun intervento sulle opere murarie evitando così di danneggiare pareti, intonaci, tappezzerie, moquette, eccetera. L'occasione per occuparci nuovamente di questo argomento è rappresentata dalla recente commercializzazione di un nuovo sensore ad infrarossi passivi completo di trasmettitore codificato. Il dispositivo, manco a dirlo, è prodotto dalla ditta Aurel, leader in questo settore. L'utilizzo di un sensore completo di trasmettitore radio semplifica notevolmente la realizzazione dell'impianto eliminando completamente i problemi relativi alla taratura della sezione RF. Il sensore ad infrarossi passivi è contenuto in una elegante scatolina plastica di colore bianco; la portata è di circa 12-15 metri con un' ampia apertura angolare. Il circuito elettronico, completamente in SMT, utilizza nella parte a radio frequenza il modulo TX433SAW già noto ai nostri lettori in quanto utilizzato più volte in passato. Questo modulo



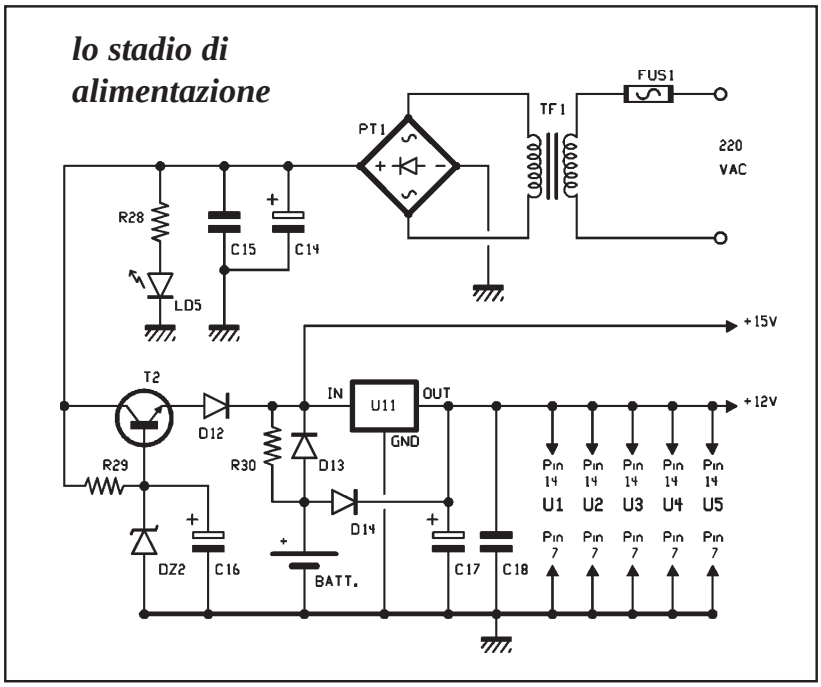
L'antifurto con il telecomando di attivazione ed un sensore PIR. A fianco, l'interno della centrale.

IL SENSORE AD INFRAROSSI VIA RADIO

E' l'elemento più importante del nostro impianto antifurto in quanto al sensore PIR è affidato il compito di rilevare la presenza di persone all'interno dell'area protetta e, in caso positivo, di inviare via radio il segnale di allarme alla centrale. E' evidente che qualsiasi anomalia nel funzionamento del sensore vero e proprio o della sezione radio vanificherebbe l'impiego dell'impianto antifurto. Per questo motivo abbiamo previsto l'impiego di un sensore di tipo commerciale, già perfettamente funzionante e con caratteristiche davvero eccezionali. La nostra scelta è caduta sul nuovo sensore di produzione Aurel, contraddistinto dalla sigla SIR113-SAW. Si tratta di un dispositivo con doppio elemento PIR e trasmettitore a 433,92 MHz con codifica tipo Motorola MC145026. Il sensore ha una portata di 12-15 metri con un angolo di copertura di 90 gradi. La sezione radio, che utilizza il modulo TX433SAW, consente l'installazione del sensore anche a 200-300 metri dalla centrale. Tale dispositivo infatti, presenta una potenza RF di 20-30 mW che garantisce, unitamente all'elevata sensibilità del ricevitore montato nella centrale, una notevole portata, sicuramente superiore a quella di qualsiasi altro dispositivo commerciale. Il sensore viene alimentato con una batteria a 9 volt che garantisce un'autonomia di funzionamento di oltre un anno. A riposo il consumo del dispositivo è infatti di appena 5 µA. Teoricamente al nostro impianto possono essere abbinati un numero infinito di sensori; in pratica è sufficiente utilizzare un sensore per ciascun ambiente da proteggere. Il dispositivo costa 98.000 lire già montato e collaudato (pila esclusa) e può essere richiesto alla ditta Futura Elettronica (V.le Kennedy 96 20027 Rescaldina-MI tel.0331/576139).

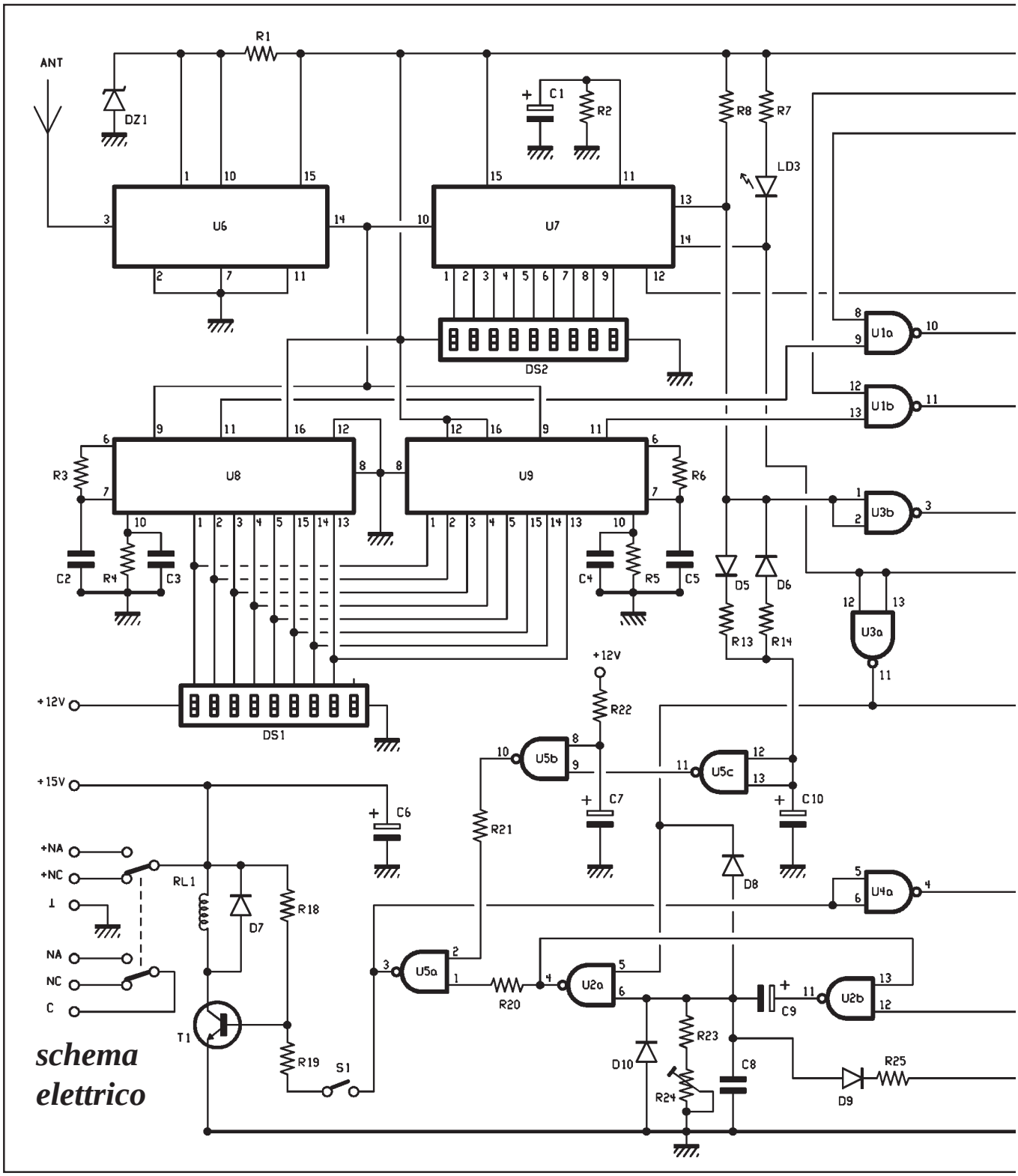
è in grado di erogare una potenza di 10 mW se alimentato a 5 volt e di 50 mW se viene utilizzata una sorgente a 12 volt. In questo caso il dispositivo viene alimentato con una batteria a 9 volt e pertanto la potenza di uscita è di circa 30 mW; il bassissimo consumo a riposo (appena 5 microampère) garantisce una lunga autonomia di funzionamento (mediamente di circa 1 anno). Un segnale acustico generato dal piccolo buzzer interno avvisa quando la batteria sta per scaricarsi consentendo la sostituzione prima che il sensore vada fuori uso. Ad ogni buon conto, anche senza segnalazione, è consigliabile sostituire ogni anno la batteria in modo da garantire sempre il massimo delle prestazioni (leggi:portata). La segnalazione di allarme avviene mediante trasmissione radio codificata eliminando di fatto la possibilità di falsi allarmi dovuti ad una errata interpretazione del codice. Attualmente sono disponibili due sensori che differiscono tra loro per il modulo radio utilizzato: un modello (SIR113) utilizza il trasmettitore TX300 ad oscillatore libero e con una frequenza di lavoro di 300 MHz mentre il secondo modello (SIR113-SAW) utilizza il modulo TX433SAW la cui frequenza di emissione (433,92 MHz) viene controllata da un filtro SAW. Il primo modello, leggermente più economico, garantisce una portata in assenza di ostacoli di non più di 50 metri; ovviamente il raggio di azione si riduce in presenza di muri, mobili, eccetera. Da questo punto di vista il secondo modello è un vero e proprio miracolo tecnologico dal momento che la portata può superare in aria libera anche i 200-300 metri, valore che nessuno dei dispositivi commerciali da noi provati può garantire. Se con il SIR113 è possibile realizzare un ottimo sistema di allarme volumetrico per appartamento, con il SIR113-SAW possiamo permetterci di andare a "coprire" anche il Box, lo scantinato, il laboratorio ed in genere tutti quei locali molto distanti dall'abitazione nella quale è installata la centrale. Potremo così realizzare un sistema di allarme in grado di coprire tutto ciò che ci interessa e che per la peculiarità sopra menzionata non si limita all'uso domestico, ma può tranquillamente essere impiegato per la protezione di capannoni, magazzini ed

uffici di grandi dimensioni. Ovviamente il nostro progetto prevede l'impiego del sensore più potente proprio per ottenere le massime prestazioni dall'impianto. Evidenziato così questo importantissimo aspetto del nostro progetto, vediamo ora di descrivere le altre caratteristiche della centrale di allarme partendo proprio dalla sezione a radiofrequenza che è in grado di ricevere sia i segnali di allarme dei sensori, sia quello del radiocomando utilizzato per attivare o disattivare l'impianto. La centrale è del tipo a due zone con possibilità di attivazione contemporanea o parziale. Preso atto delle numerose domande rivolte al nostro ufficio tecnico riguardo il concetto di "Zona", riteniamo necessario spendere due righe di spiegazione a tal proposito. Per "zona" si intende una partizione dell'ambiente da sorvegliare in grado di essere attivata indipendentemente dalle altre. A ciascuna zona è possibile collegare un numero teoricamente infinito di sensori radio ed è quindi in fase di installazione che ad ogni sensore viene attribuita la zona di appartenenza. Il classico esempio è rappresentato dalla villetta a due piani con sala, tinello e cucina al piano terra e camere da letto al piano superiore: durante le ore notturne vengono attivati i sensori posti al piano terra che fanno capo alla zona 1 mentre quando nessuno è in casa vengono attivati anche i sensori della seconda zona (piano notte). Ovviamente la nostra centrale dispone anche di tutti quegli altri accorgimenti indispensabili per un serio impianto antifurto, dall'indicazione visiva dello stato della centrale all'uscita per sirena esterna con protezione, dalla batteria tampone al segnalatore acustico di attivazione/disattivazione. Dopo questa lunga ma necessaria introduzione, entriamo nel vivo del progetto occupandoci dello schema elettrico.



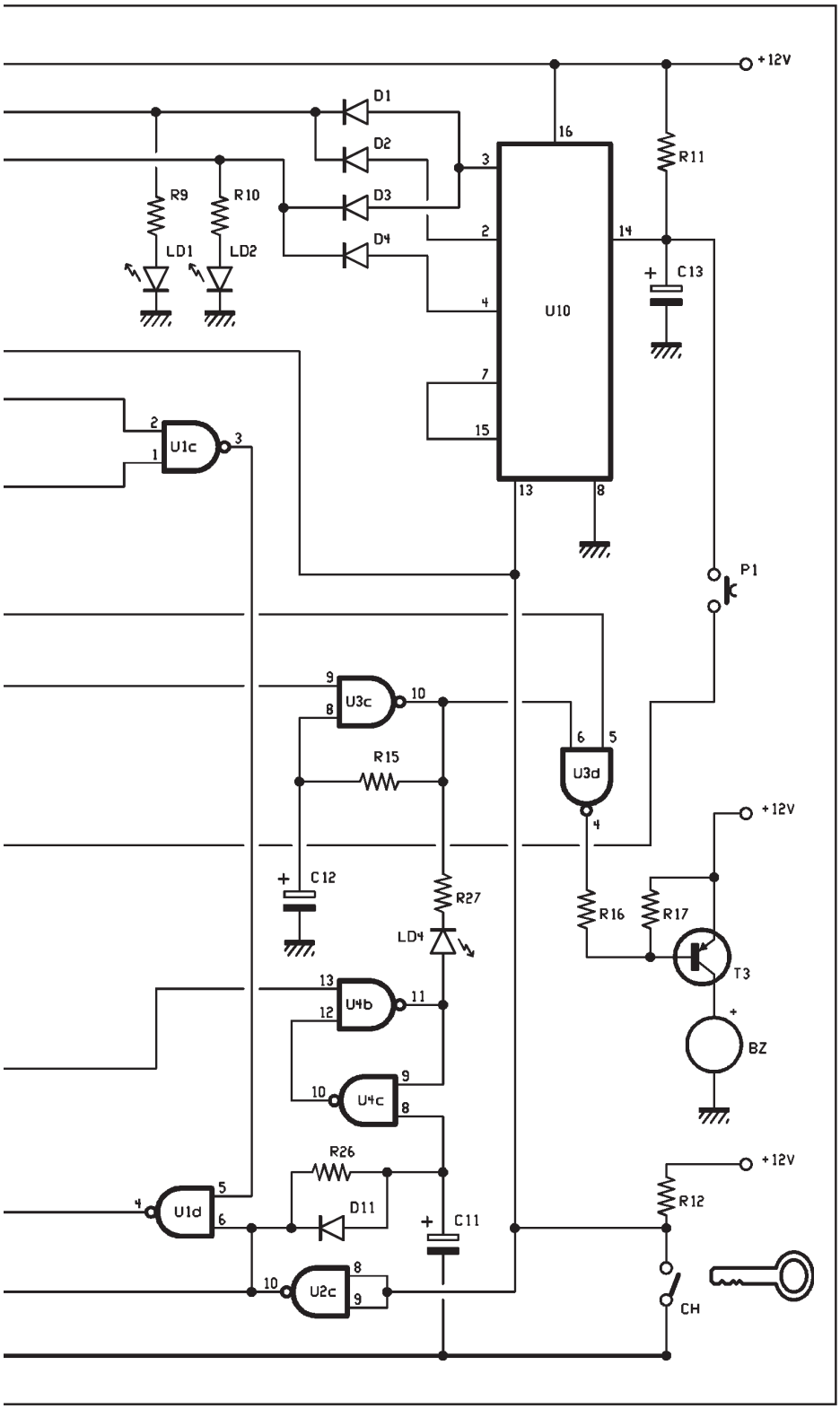
SCHEMA ELETTRICO

Nel progettare quest'apparecchiatura, in controcorrente rispetto alle attuali tendenze, abbiamo utilizzato delle comuni porte logiche CMOS anziché un microcontrollore: ciò per consentire anche a coloro che non hanno una specifica esperienza nel campo dei micro di realizzare questo progetto ed eventualmente effettuare qualsiasi tipo di modifica. La soddisfazione di aver utilizzato dei componenti comuni largamente conosciuti e diffusi, ci ripaga della relativa difficoltà di realizzazione del master che, nonostante ciò, presenta dimensioni abbastanza contenute ed un aspetto più che ordinato. Dunque, un progetto alla portata di tutti, realizzabile con poca spesa, magari sfruttando del materiale di recupero che trabocca dai cassetti del laboratorio. La parte più costosa è quella radio, dove sono presenti un modulo ricevente RF290/433 e un modulo di decodifica D1MB rispettivamente siglati U6 e U7. Il primo modulo necessita di un'alimentazione di 5 volt che viene stabilizzata tramite il diodo DZ1 e la resistenza di limitazione R1: a parte questo stadio, tutte le altre sezioni del circuito funzionano a 12 volt. Al modulo U6 (precisamente al piedino 3) va collegata l'antenna costituita da uno spezzone di filo rigido dalla lunghezza di 17 centimetri. E' consigliabile usare del filo di rame smaltato dal diametro di un millimetro. Il segnale digitale presente all'u-

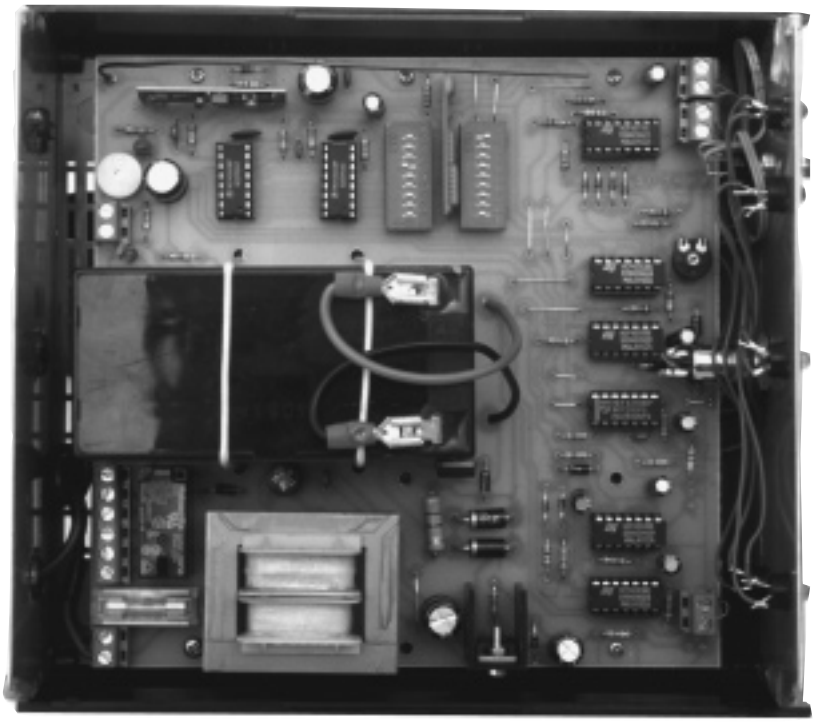


schema elettrico

scita del ricevitore viene inviato al modulo U7 e agli integrati di decodifica U8 e U9. L'impiego di più decodificatori è dovuto al fatto che all'unico ricevitore (U6) giungono sia i segnali d'allarme che quelli del radiocomando utilizzato per abilitare e disabilitare l'impianto. Quale trasmettitore abbiamo previsto il modello ad un canale TX1C/433 dell'Aurel, munito di un solo pulsante in grado di commutare alternativamente l'accensione e lo spegnimento dell'antifurto, condizione questa che viene evidenziata dal led LD3. Il codice impostato nel trasmetti-



tore tramite l'apposito dip-switch deve essere uguale a quello selezionato nel ricevitore mediante DS2 tenendo presente che il dip numero nove di DS2, non essendoci un corrispondente nel trasmettitore, deve essere posizionato al negativo (-) o al positivo (+) a secondo di come è stato selezionato dalla casa produttrice l'interno del TX. Ovviamente, lo diciamo solo per scrupolo, il codice selezionato per il radiocomando di attivazione, deve essere diverso da quello di allarme impostato sui sensori e sul dip-switch DS1 utilizzato nel ricevitore. Per poter comunicare correttamente con la centrale di allarme, i sensori debbono avere tutti un codice uguale a quello di DS1 con l'eccezione del bit numero nove che su ciascun sensore deve essere posto al + o al - a seconda della zona di appartenenza del sensore. Tutti i sensori che hanno il nono bit collegato al positivo fanno parte della zona 1 mentre quelli col nono bit al negativo fanno parte della zona 2. Sulla centrale la discriminazione viene effettuata dai due decoder U8 e U9: il piedino 12 (nono ingresso per il codice) è collegato in un caso a massa (U8) e nell'altro al positivo. In concomitanza col segnale di allarme sulle uscite di questi chip (piedino 11) avremo un impulso positivo della durata di un paio di secondi; ovviamente il segnale sarà presente solo sul pin dell'integrato relativo alla zona di appartenenza del sensore che ha inviato l'allarme. Il primo ostacolo che gli impulsi di allarme incontrano è rappresentato dalle porte U1a e U1b che permettono ai segnali di proseguire solo se è attiva la zona interessata. La selezione delle zone attive avviene tramite il pulsante P1 che, collegato sull'ingresso di clock di un contatore decadico (U10), permette l'attivazione sequenziale delle uscite di U10 con conseguente abilitazione prima di una zona, poi dell'altra, infine di entrambe. L'attivazione delle zone viene segnalata dai led LD1 e LD2. Il cambio zone tramite il pulsante P1 può avvenire esclusivamente quando l'antifurto è disinserito cioè con LD3 spento. In quest'ultima condizione l'eventuale segnale di allarme viene bloccato dalla porta logica U2a il cui ingresso di controllo (pin 5) presenta un livello logico di 0 volt. Solamente nel momento in cui si attiva l'antifurto tramite radiocomando, il dispositivo entra immediatamente in funzione pronto a ricevere i segnali di allarme dai sensori. Un oscillatore di circa 1 Hz (composto dalla porta U3c, da R15 e da C12) viene utilizzato per pilotare con una nota intermittente il buzzer BZ e per far lampeggiare il led LD4 di segnalazione di avvenuto allarme. Ma procediamo con

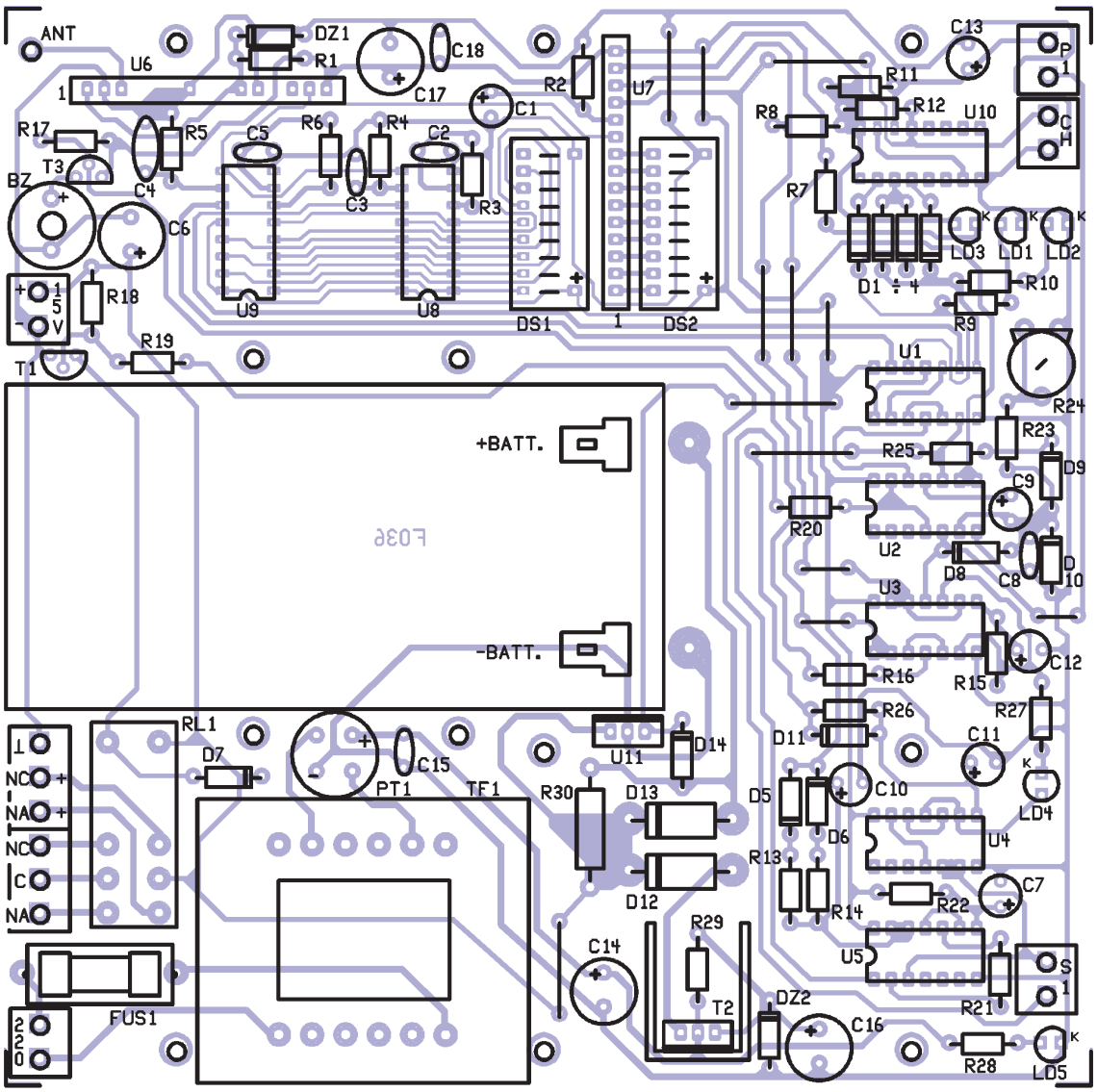


COMPONENTI

R1: 820 Ohm
R2: 120 Kohm
R3: 47 Kohm
R4: 220 Kohm
R5: 220 Kohm
R6: 47 Kohm
R7: 1 Kohm
R8: 1 Kohm
R9: 1 Kohm
R10: 1 Kohm
R11: 22 Kohm
R12: 820 Ohm
R13: 220 Ohm
R14: 220 Kohm
R15: 22 Kohm
R16: 22 Kohm
R17: 47 Kohm
R18: 22 Kohm
R19: 470 Ohm
R20: 22 Kohm
R21: 22 Kohm
R22: 22 Kohm
R23: 220 Kohm
R24: 1 Mohm trimmer
R25: 10 Ohm
R26: 22 Kohm
R27: 820 Ohm
R28: 820 Ohm
R29: 470 Ohm
R30: 47 Ohm 2W
C1: 47 µF 16 VL
C2: 22 nF ceramico
C3: 100 nF multistrato
C4: 100 nF multistrato
C5: 22 nF ceramico
C6: 470 µF 25VL
C7: 47 µF 16VL
C8: 100 nF multistrato
C9: 47 µF 16 VL
C10: 47 µF 16 VL
C11: 47 µF 16 VL
C12: 47 µF 16 VL
C13: 10 µF 16 VL
C14: 470 µF 25VL
C15: 100 nF multistrato
C16: 100 µF 25VL
C17: 1.000 µF 16VL
C18: 100 nF multistrato
D1: 1N4148
D2: 1N4148
D3: 1N4148
D4: 1N4148
D5: 1N4148
D6: 1N4148
D7: 1N4002
D8: 1N4002
D9: 1N4002
D10: 1N4148
D11: 1N4002
D12: 1N5404
D13: 1N5404
D14: 1N4002
DZ1: 5,1V 1/2W zener
DZ2: 15V 1/2W zener
LD1: Led rosso 5mm
LD2: Led rosso 5mm
LD3: Led giallo 5 mm
LD4: Led rosso 5 mm
LD5: Led verde 5mm
T1: BC547B
T2: BD911
T3: BC557B
U1: 4093
U2: 4093
U3: 4093
U4: 4093
U5: 4093
U6: RF290/433 Aurel
U7: D1MB Aurel
U8: MC145028
U9: MC145028
U10: 4017
U11: 7812
PT1: Ponte 1A-100V
RL1: Relè' 12V 2 scambi
BZ: Buzzer 12V 10 mm con oscillatore
DS1: Dip-switch 3-state 9 poli
DS2: Dip-switch 3-state 9 poli
TF1: Trasformatore 4VA 220/15V
FUS1: Fusibile 1 A
P1: Pulsante N.A.
CH: Interruttore a chiave
BATT: 12V-1,2A al piombo
Varie:
- 1 C.S. cod. F036

ordine. Quando si utilizza il radiocomando per attivare o disattivare l'antifurto, sul piedino 13 del modulo U7 è presente, per 4 o 5 secondi, un segnale negativo (0 volt) il quale, tramite le porte U3b e U3d, va ad attivare il transistor T3 (utilizzato come amplificatore in corrente) che a sua volta pilota il buzzer. Come segnalatore acustico abbiamo utilizzato un buzzer a 12 volt con oscillatore interno in grado di emettere una nota di notevole intensità. Questa nota viene modulata dall'oscillatore che fa capo a U3c esclusivamente quando l'antifurto è disabilitato.

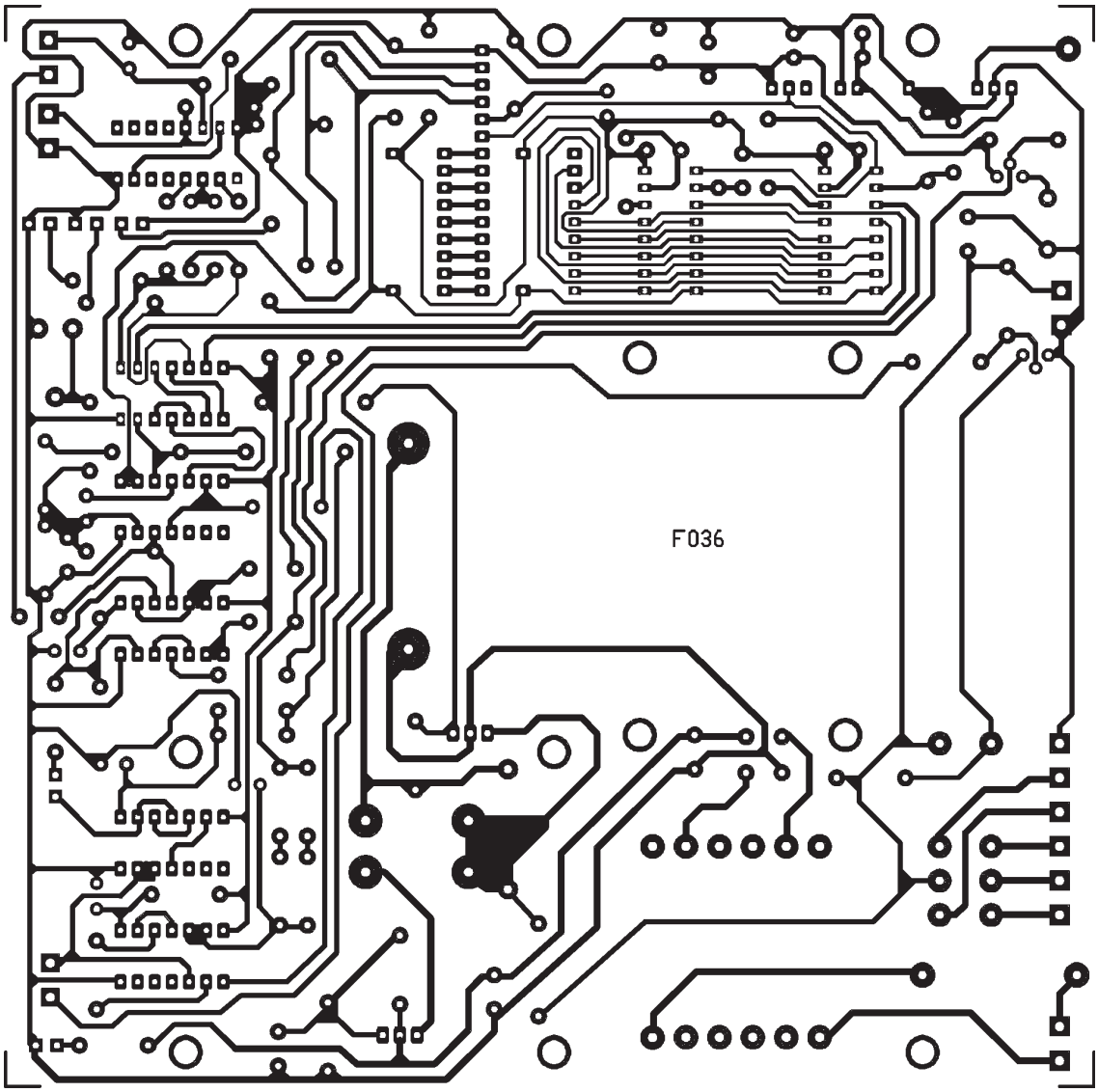
circuito stampato e piano di cablaggio



- 5 morsettiere 2 poli
- 2 morsettiere 3 poli
- 1 dissipatore per TO220
- 1 Vite 3MAx8 con dado
- 6 Viti 3MA autofilettanti
- 2 Prese faston volanti
- 5 Portaled plastici
- 5 Zoccoli 7+7
- 3 Zoccoli 8+8
- 1 Portafusibili da stampato
- 1 Cavo di alimentazione
- 1 Contenitore Teko AUS22
- 2 Fascette serracavo

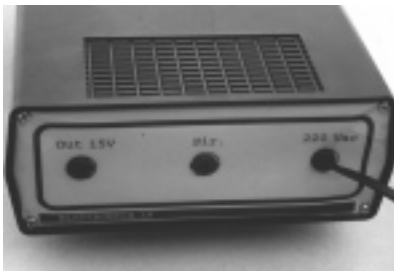
Otterremo così un beep continuo quando si inserisce l'impianto e una serie di beep modulati in caso contrario. Quando avviene un allarme con l'attivazione del relè RL1 e dell' eventuale sirena o sirene ad esso collegate, un particolare circuito imperniato sulle porte U4b e U4c, collegate tra loro a flip flop, permette di mantenere in memoria l'avvenuto allarme visualizzando questo stato tramite il led LD4 che inizia a lampeggiare. Per resettare il led è necessario agire sulla chiave meccanica CH portandola per alcuni secondi nella posizione OFF. Questa chiave

il circuito stampato



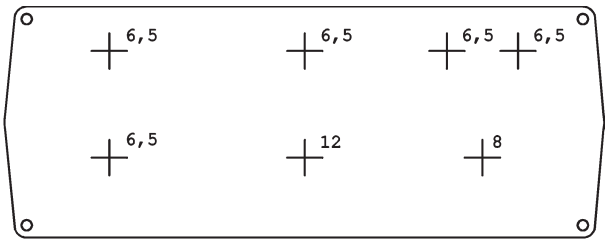
viene utilizzata come elemento di sicurezza in quanto se posta in posizione OFF interdice completamente il funzionamento dell'antifurto. Il temporizzatore RC formato dal condensatore elettrolitico C9 da R23 e dal trimmer R24 determina la durata di allarme della sirena che può essere compreso tra pochi secondi ed un paio di minuti. Il contatto S1 opzionale, rappresenta uno switch antimanomissione costituito fisicamente da un interruttore a lamella da collegare direttamente sotto il coperchio del contenitore. L'apertura di questo interruttore che coincide con il sollevamento del coperchio provoca un allarme immediato. Se non si intende utilizzare questa funzione è necessario cortocircuitare tra loro i morsetti di S1. Un'altra possibilità per attivare la sirena d'allarme è la funzione di "Panico", funzione che fa capo alle porte U5b e U5c ed ai relativi temporizzatori. Se si mantiene premuto per oltre otto secondi consecutivi il radiocomando, si attiva l'allarme che rimane in funzione per tutto il tempo che si insiste nella pressione del tasto. Per quanto riguarda le uscite di allarme la nostra scheda è dotata di un doppio relè con possibilità di collegamento a qualsiasi sirena a 12 volt. Il deviatore di uscita dispone di tre contatti contraddistinti dalle lettere C (centrale), NC (Normalmente chiuso), NA (Normalmente aperto), con i quali è possibile pilotare qualsiasi circuito ausiliario (combinatore telefonico, lampeggiante, eccetera). La seconda sezione del relè consente di pilotare una sirena autoalimentata o una normale sirena a 12 volt; nel primo caso vanno utilizzati i contatti di massa e di +NC, nel

secondo la massa ed il contatto +NA. La tensione positiva diretta verso la sirena è di circa 14-15 volt, in grado quindi di ricaricare la batteria a 12V presente nelle sirene autoalimentate.
L'alimentazione della centrale viene ottenuta dalla rete tramite un semplice circuito in grado di fornire tutte le tensioni necessarie al funzionamento della scheda. La tensione di rete, tramite il fusibile di protezione FUS1, viene applicata al primario del trasformatore TF1 il quale provvede a fornire sul secondario una tensione alternata di 15 volt che raddrizzata dal ponte PT1 e filtrata dai condensatori C14 e C15 dà luogo ad una tensione continua di circa 20 volt presente sul collettore di T2. Il led LD5 con la sua accensione indica che l'impianto risulta regolarmente alimentato tramite la tensione di rete. Il transistor T2 e lo zener DZ2 riducono il valore della tensione continua a circa 15 volt, potenziale che viene utilizzato sia come tensione d'ingresso per il regolatore U11, che per caricare la batteria tampone tramite il diodo D12 e la resistenza di limitazione in corrente R30. Come batteria tampone abbiamo utilizzato un elemento al piombo a 12 volt con capacità di 1,2Ah in grado di garantire una lunga autonomia di funzionamento in assenza della tensione di rete. La tensione a 12 volt, sia che provenga dal regolatore U11 che dalla batteria tramite D14, viene filtrata da C17 e C18 ed utilizzata per alimentare l'intero circuito.

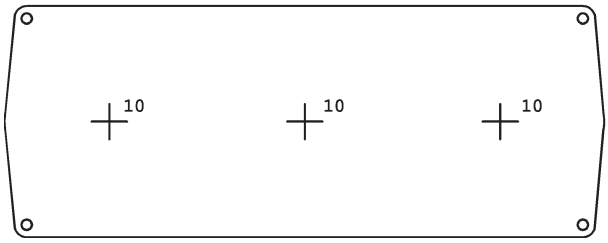


MONTAGGIO E TARATURA

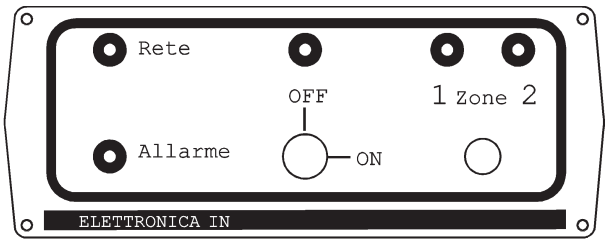
Un occhio di riguardo è stato usato per la realizzazione della centrale come mostrano i disegni dei pannelli e del piano di foratura del contenitore nel quale è stato alloggiato l'antifurto. Ma procediamo con ordine. Il primo passo è quello di montare la scheda con tutti



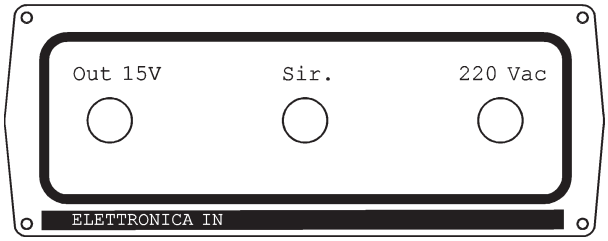
piano di foratura



Il contenitore TEKO AUS22 da noi utilizzato per alloggiare l'antifurto dispone di due pannelli in alluminio che vanno forati e serigrafati come indicato nei disegni (in scala 1:2).

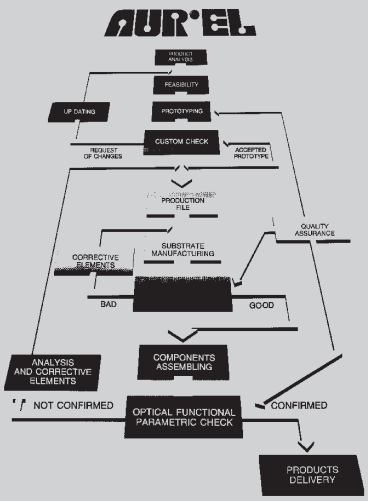


serigrafia dei pannelli

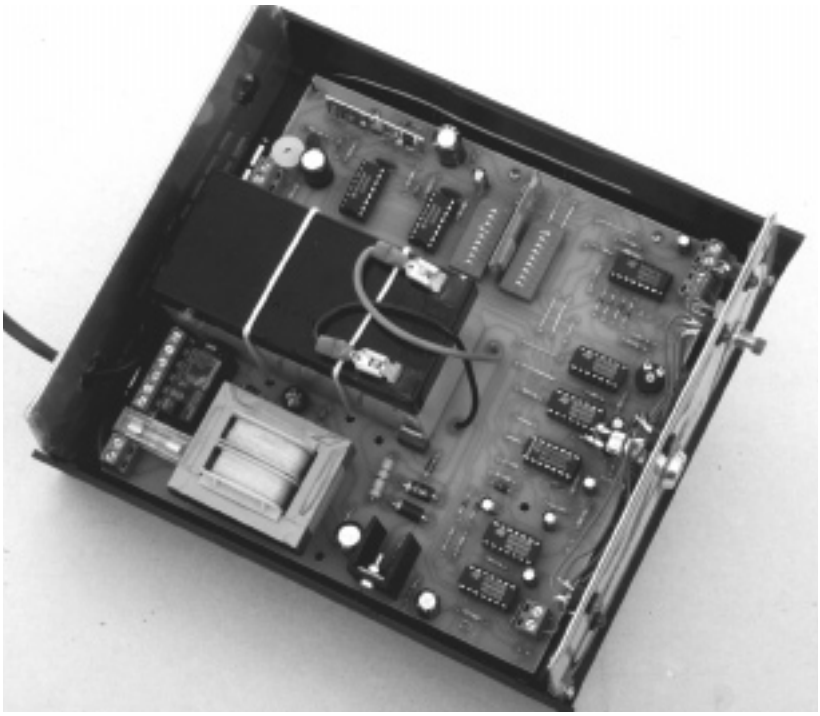


I MODULI AUREL

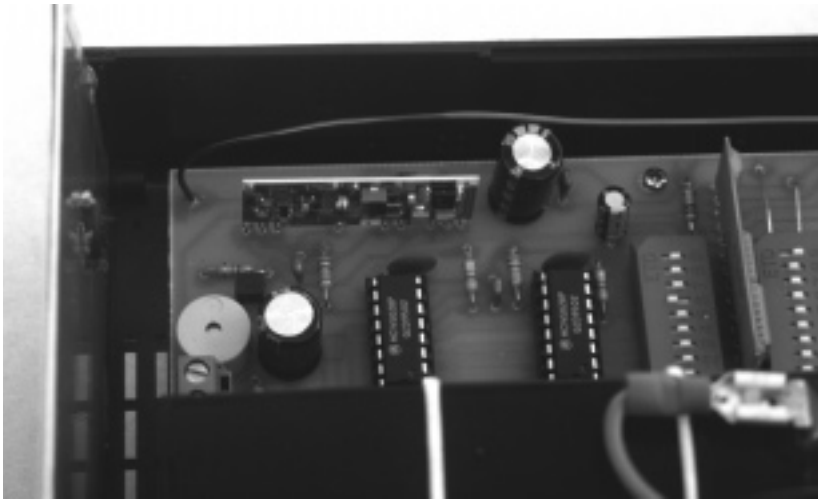
Il sensore PIR completo di trasmettitore radio utilizzato in questo progetto è uno degli ultimi dispositivi nati in casa Aurel, una delle tre aziende italiane specializzate nella progettazione e produzione di moduli a radiofrequenza per controlli a distanza. Questi dispositivi risolvono brillantemente il problema della taratura e messa a punto degli stadi in alta frequenza che, a causa della strumentazione necessaria, l'hobbysta medio non è in grado di effettuare. In questo modo, gli stadi A.F. (sia trasmittenti che riceventi) possono essere paragonati a degli integrati, con dei pin di ingresso e di uscita che svolgono una precisa funzione. Più volte in passato abbiamo utilizzato questi dispositivi per realizzare le più svariate apparecchiature. Attualmente sono disponibili numerosi tipi di moduli riceventi, dai superreattivi ai supereterodina, da quelli a banda stretta a quelli a basso consumo sino a quel-

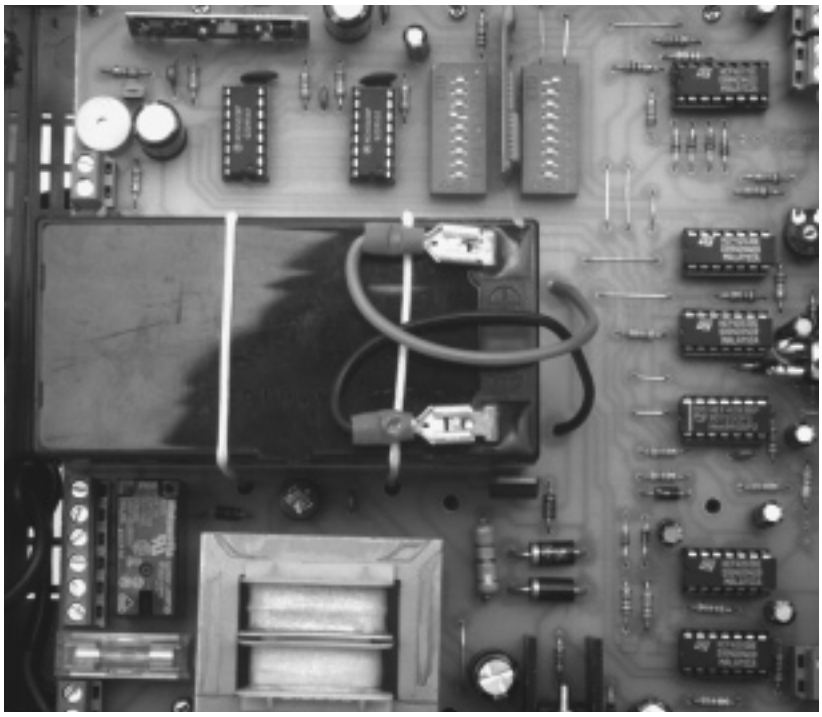


li con decodifica a microcontrollore (standard Dynacoder). Esistono anche numerosi tipi di trasmettitori, da quelli completi di decodifica ed inscatolati sino ai moduli DIL con la sola sezione a radiofrequenza. Completano la gamma dei prodotti Aurel vari modelli di decoder, moduli ad ultrasuoni e di interfaccia RS232, RTX DATI, nonché il sensore PIR completo di trasmettitore utilizzato in questo progetto.



i suoi elementi seguendo scrupolosamente l'elenco componenti e i soliti accorgimenti del caso. Per il montaggio degli integrati consigliamo l'impiego degli appositi zoccoli che evitano il surriscaldamento dei chip e consentono una rapida sostituzione in caso di guasto. Il transistor T2 va munito di una piccola aletta di raffreddamento che elimina il calore in eccesso; sempre per un problema di calore, la resistenza R30 (che carica la batteria) deve essere in grado di dissipare una potenza di un paio di watt. Come antenna è possibile utilizzare uno spezzone di filo rigido di 17 centimetri saldato direttamente all'apposita piazzuola mentre per il fissaggio della batteria allo stampato è consigliabile fare uso di fascette plastiche sfruttando i quattro fori previsti per questo scopo. Un pezzetto di nastro biadesivo posto tra la basetta e la batteria garantirà una migliore tenuta evitando che l'accumulatore possa muoversi anche di poco. Due spezzoni di filo, preferibilmente rosso/nero, con prese di tipo faston completano il collegamento elettrico tra la batteria ed il circuito. A questo punto, prima di proseguire nell'inscatolamento, è consigliabile verificare il funzionamento della centrale impostando i codici ed effettuando





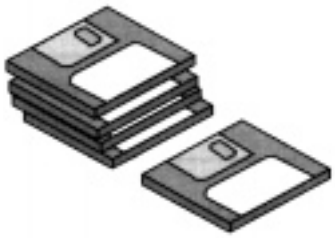
alcune altre semplici operazioni di taratura. Per quanto riguarda la programmazione dei dip (sia del radiocomando che dei sensori), rimandiamo a quanto spiegato in precedenza; il trimmer presente all'interno dei sensori (regola il tempo di allarme) va messo in prima approssimazione in posizione centrale (tempo di allarme di circa 1 minuto). A questo punto possiamo attivare la centrale e verificare se tutto funziona come previsto. Particolare attenzione va prestata alla portata dei sensori che, ne siamo certi, stupirà positivamente anche i più scettici. Solo a questo punto provvederemo all'inscatolamento della centrale; a tale scopo - per il nostro prototipo - abbiamo utilizzato un contenitore plastico tipo Teko AUS22 che dispone di due pannelli in alluminio ai quali abbiamo fissato tutti i controlli. I disegni evidenziano i fori e le scritte da realizzare. Termina qui la descrizione del nostro impianto antifurto senza fili; sui prossimi numero della rivista torneremo sull'argomento proponendo la realizzazione di altri tipi di sensore, tutti rigorosamente via radio. Abbiamo allo studio anche il progetto di un antifurto molto più semplice, ideale per controllare da casa garage, box, cantine e simili.

PER LA SCATOLA DI MONTAGGIO

L'antifurto senza fili è disponibile in kit (cod. FT112) al prezzo di 198.000 lire. La scatola di montaggio comprende tutti i componenti, la basetta forata e serigrafata, il contenitore Teko, la batteria tampone, le minuterie e tutto quanto indicato nell'elenco componenti. Non sono compresi i sensori ed il trasmettitore per l'attivazione. Quest'ultimo (cod. TX1C/433) è disponibile già montato e collaudato al prezzo di 42.000 lire mentre ciascun sensore PIR completo di trasmettitore radio (cod. SIR113-SAW) costa 98.000 lire. Anche i sensori vengono forniti già montati e collaudati. Il materiale va richiesto alla ditta Futura Elettronica, V.le Kennedy 96, 20027 Rescaldina (MI) tel. 0331/576139 fax 0331/578200.

OFFERTA SPECIALE

Floppy Disk 3"1/2 1,44MB



Floppy Disk di elevata qualità, alta densità, 100% error free, ad un prezzo imbattibile. Disponibili fino ad esaurimento.

Confezione da 10 pezzi Lire 12.000

Confezione da 50 pezzi Lire 55.000

Confezione da 100 pz. Lire 100.000

Spedizioni contrassegno in tutta Italia con spese a carico del destinatario. Per ordinare scrivi o telefona a:

FUTURA ELETTRONICA

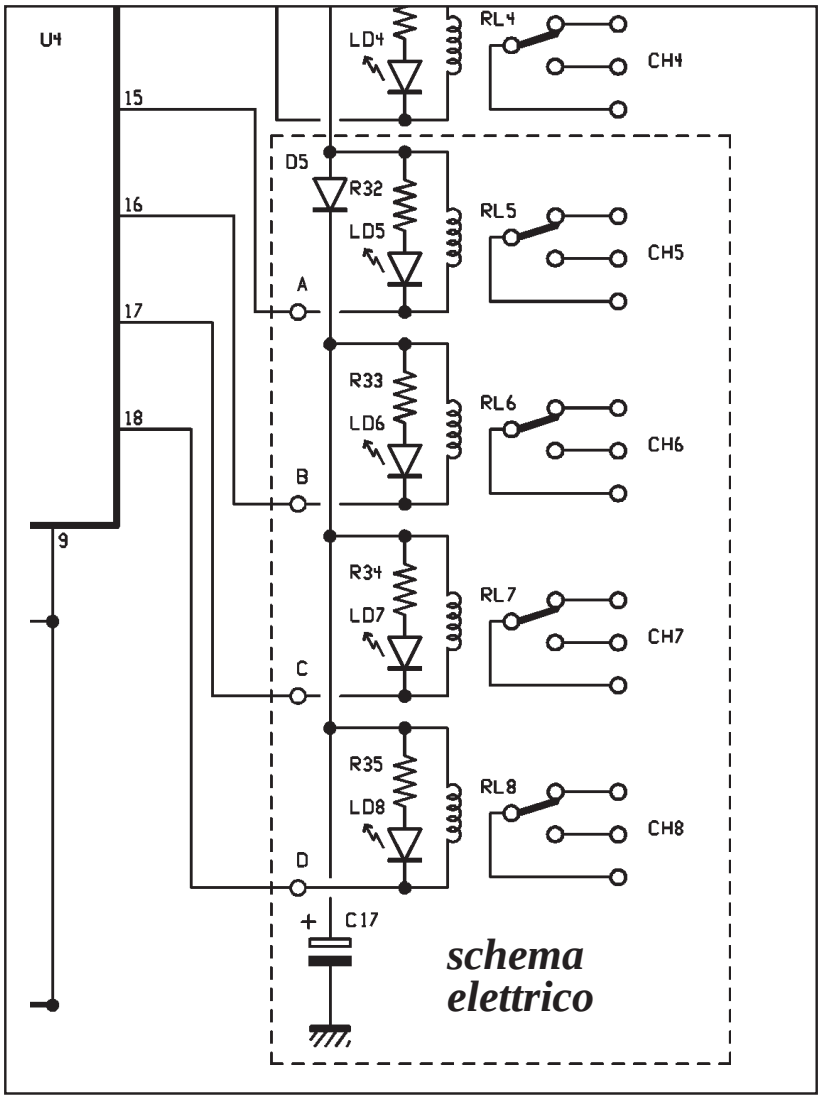
V.le Kennedy 96
20027 Rescaldina (MI)
Tel. 0331-576139
Fax 0331-578200

ESPANSIONE 4 CANALI PER CHIAVE DTMF

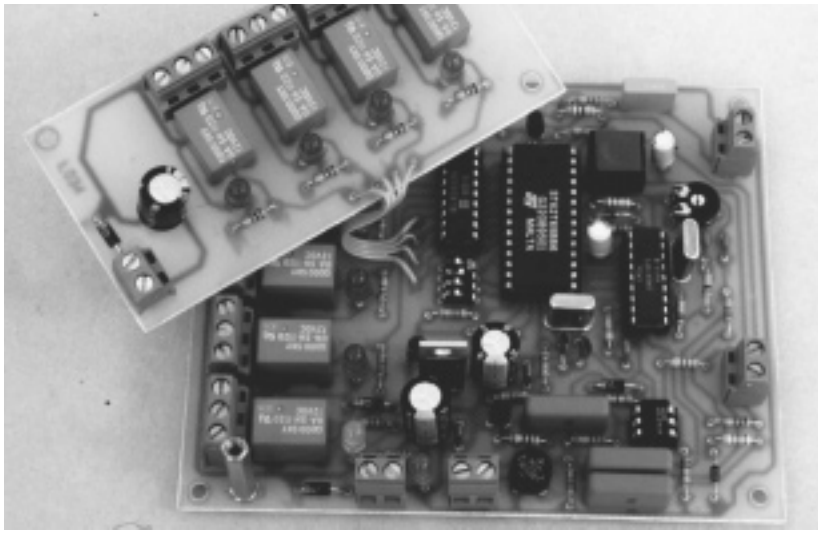
Concludiamo la descrizione della chiave DTMF a più canali presentando il circuito di espansione che consente di aumentare da 4 a 8 il numero delle uscite.

di Paolo Gaspari

Sul fascicolo di ottobre abbiamo presentato una nuovissima chiave DTMF a microcontrollore a 4 canali impegnandoci a presentare il mese successivo un'espansione in grado di portare ad 8 i canali disponibili. Eccoci - puntuali - a mantenere la promessa fatta. Certo, quattro canali non sono pochi, in molti casi addirittura sono eccessivi; però c'è sempre l'applicazione particolare dove è richiesto un maggior numero di uscite. Se invece la vostra applicazione richiede sempre e solamente un'unica uscita, nessun problema: più avanti troverete il progetto di una chiave ad un canale di dimensioni molto contenute. Insomma, i lettori con interessi in questo campo non potranno certo lamentarsi di questo numero di Elettronica In! Ma torniamo alla nostra espansione ed alla chiave a 4 canali. A beneficio di quanti avessero perso il precedente numero della rivista, riassumiamo per sommi capi le caratteristiche di questa eccezionale scheda realizzata utilizzando un microcontrollore della famiglia ST626X, precisamente il modello ST6265. Questo integrato dispone tra le proprie risorse di una EEPROM ovvero di una memoria dati non volatile che è in grado di mantenere memorizzati tutti i parametri anche in assenza di alimentazione. Abbiamo così potuto realizzare una chiave DTMF di terza generazione, con prestazioni decisamente superiori rispetto a quelle di qualsiasi altro dispositivo realizzato in passato. Questa nuova chiave può lavorare sia con apparati radio (con gestione del PTT) che in linea telefonica con possibilità di impostare il numero di squilli necessari all'attivazione della scheda. Il circuito risponde ad ogni comando con toni differenti onde confermare l'avvenuta apertura o chiusura dei relè; inoltre i canali possono funzionare sia in on/off che in modo impulsivo. E' prevista anche la possibilità (opzionale) del ripristino automatico dei canali, molto importante nel caso in cui venga a mancare la tensione di alimentazione. In questo modo, nel momento in cui viene ripristinata l'alimentazione, i relè tornano nello stato in cui si trovavano prima del black-out. Tra le altre funzioni segnaliamo la possibilità di interrogare la scheda per conoscere lo stato di ogni canale prima di procede-



Prima di procedere al fissaggio meccanico, l'espansione deve essere collegata elettricamente alla piastra base mediante 6 conduttori.



re alla commutazione degli stessi. Inoltre, come dicevamo poc'anzi, il codice di attivazione a cinque cifre, lo stato dei relè, il numero di ring e tutte le altre impostazioni sono memorizzate permanentemente, ovvero con ritenzione anche in assenza della tensione di alimentazione, all'interno di una memoria non volatile. Ciò significa che, al contrario delle chiavi DTMF che utilizzano microcontrollori con memoria RAM, nel nostro caso, dopo un eventuale black-out, tutti i parametri vengono ripristinati così come erano prima dell'interruzione. Dal punto di vista elettrico, tutte le funzioni ed i controlli fanno capo alla piastra base che dispone già di otto uscite. Tuttavia, onde contenere le dimensioni della piastra, solamente quattro uscite dispongono del circuito di potenza a relè; le altre quattro risultano inutilizzate e tali rimangono se non viene collegata l'espansione. Le quattro uscite (contraddistinte dalle lettere A,B,C e D), fanno capo ad altrettanti driver contenuti in un integrato ULN2803 (U4 nello schema della scheda base). Tali uscite sono in grado di pilotare direttamente un relè. E' evidente perciò che lo schema dell'espansione si riduce a ben poca cosa: essenzialmente a quattro relè ed altrettanti led di segnalazione.

CIRCUITO ELETTRICO

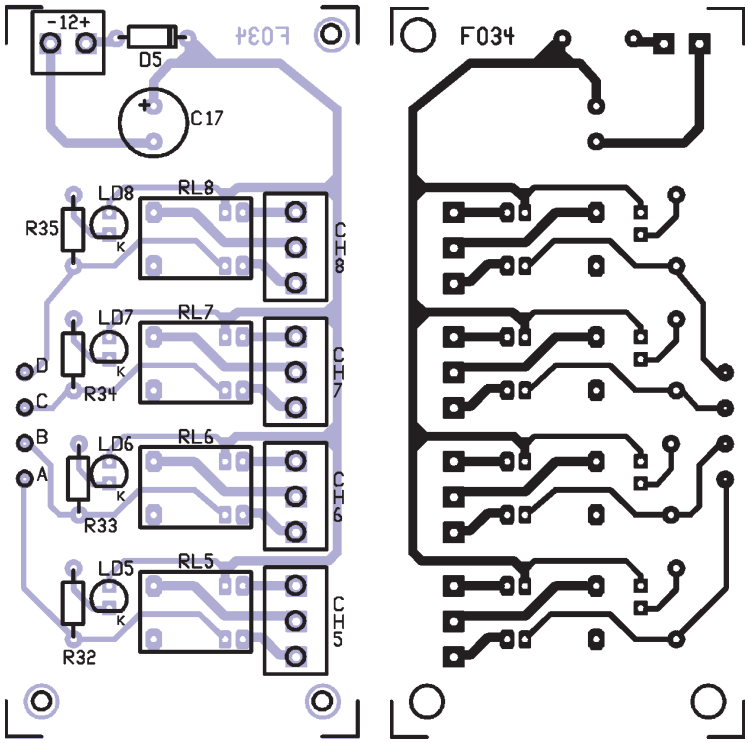
I relè (e le relative uscite) si attivano quando il livello logico delle linee di controllo passa da 1 a 0; anche i led, in questo caso, si illuminano. Non è necessaria neppure la presenza dei diodi di protezione nei confronti delle extra-tensioni prodotte dalla componente induttiva delle bobine: questi diodi sono infatti presenti all'interno dell'ULN2803. Completa lo schema dell'espansione il diodo di protezione D5 ed il condensatore di filtro C17. Un circuito, dunque, della massima semplicità. Altrettanto semplice (non poteva essere diversamente) è il circuito stampato utilizzato per il montaggio di questi componenti. Il master ed il relativo piano di cablaggio sono raffigurati al naturale. La basetta misura appena 50 x 115 millimetri ed è ovviamente monofaccia. Il montaggio può essere portato a termine in pochi minuti. I led, il condensatore C17 ed il diodo vanno

montati nel giusto verso onde evitare che la scheda faccia le bizze; per quanto riguarda i relè non esiste la possibilità di scambiare tra loro i terminali. Per le uscite e per la presa di alimentazione abbiamo fatto uso di morsetti serrafilo a passo 5 millimetri. I collegamenti alla piastra base vanno effettuati con sei conduttori, due per l'alimentazione e quattro per le linee di controllo. I due terminali di alimentazione vanno collegati in parallelo a quelli della scheda base. Tra l'altro le due morsettiere di alimentazione (quella dell'espansione e quella della schede base) si trovano una sopra l'altra. Gli altri quattro terminali vanno utilizzati per collegare le piazzuole contraddistinte dalle lettere A,B,C,D della scheda di espansione alle corrispondenti piazzuole della scheda base. Un'operazione semplicissima. A questo punto, prima di fissare meccanicamente tra loro le schede, è consigliabile verificare il funzionamento dell'espansione collegando, una alla volta, le quattro linee di controllo a massa; se tutto funziona a dovere i quattro relè ed i led debbono attivarsi. Ovviamente questa prova va effettuata con l'espansione alimentata. Non resta quindi che fissare le schede utilizzando due distanziali da 3MA alti 25 o 30 millimetri. I fori di fissaggio sono stati studiati in modo da consentire, una volta fissate le schede, di poter accedere facilmente ad entrambe le morsettiere di uscita, anche a quelle della piastra base che si trova sotto l'espansione. Ultimata anche questa operazione possiamo procedere al collaudo finale. Le funzioni disponibili sulla scheda DTMF sono numerose per cui la verifica completa richiede un po' di tempo.

IL COLLAUDO FINALE

Ad ogni tono disponibile sulla tastiera del telefono o dell'apparato radio abbiamo associato una funzione cercando di rendere l'utilizzo del telecomando il più intuitivo possibile. I toni DTMF utilizzati vanno dallo zero all'otto, ci sono poi il tono * (asterisco) ed il # (cancelletto). Il programma interpreta questi toni ed esegue la funzione associata: l'asterisco causa l'apertura di tutti i relè mentre il cancelletto provoca l'uscita dalle subroutine e

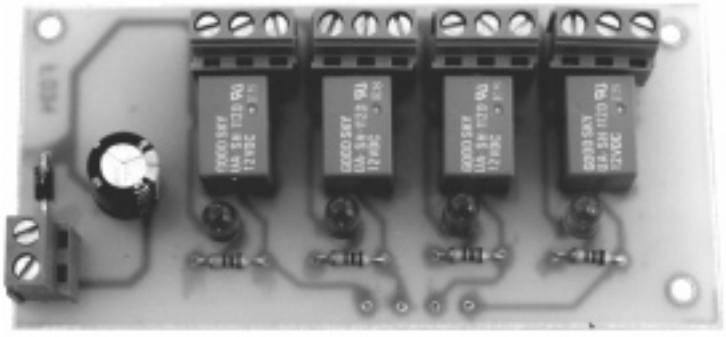
piano di cablaggio



COMPONENTI
R32: 1 Kohm
R33: 1 Kohm
R34: 1 Kohm
R35: 1 Kohm
C17: 470 µF 25VL
D5: 1N4002

LD5: Led rosso 5 mm
LD6: Led rosso 5 mm
LD7: Led rosso 5 mm
LD8: Led rosso 5 mm
RL5: Relè 12V 1Sc
RL6: Relè 12V 1Sc
RL7: Relè 12V 1Sc

RL8: Relè 12V 1 Sc
Varie:
- 1 c.s. cod. F034
- 1 morsetto 2 poli
- 4 morsetti 3 poli
- 2 distanziali DM25
- 2 viti 3MA con dado

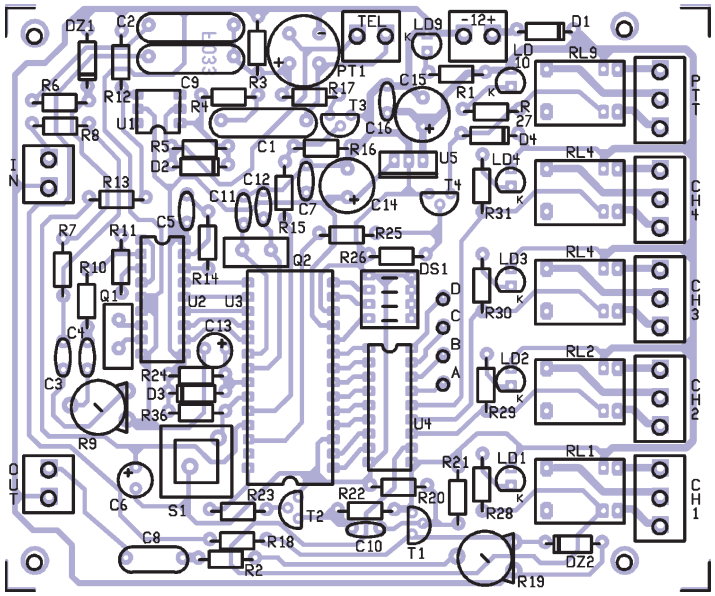


La basetta dell'espansione di canali è fissata meccanicamente alla piastra base mediante due distanziali alti 25 millimetri. Per quanto riguarda i collegamenti elettrici sono sufficienti sei fili: 2 per l'alimentazione e quattro per i segnali.

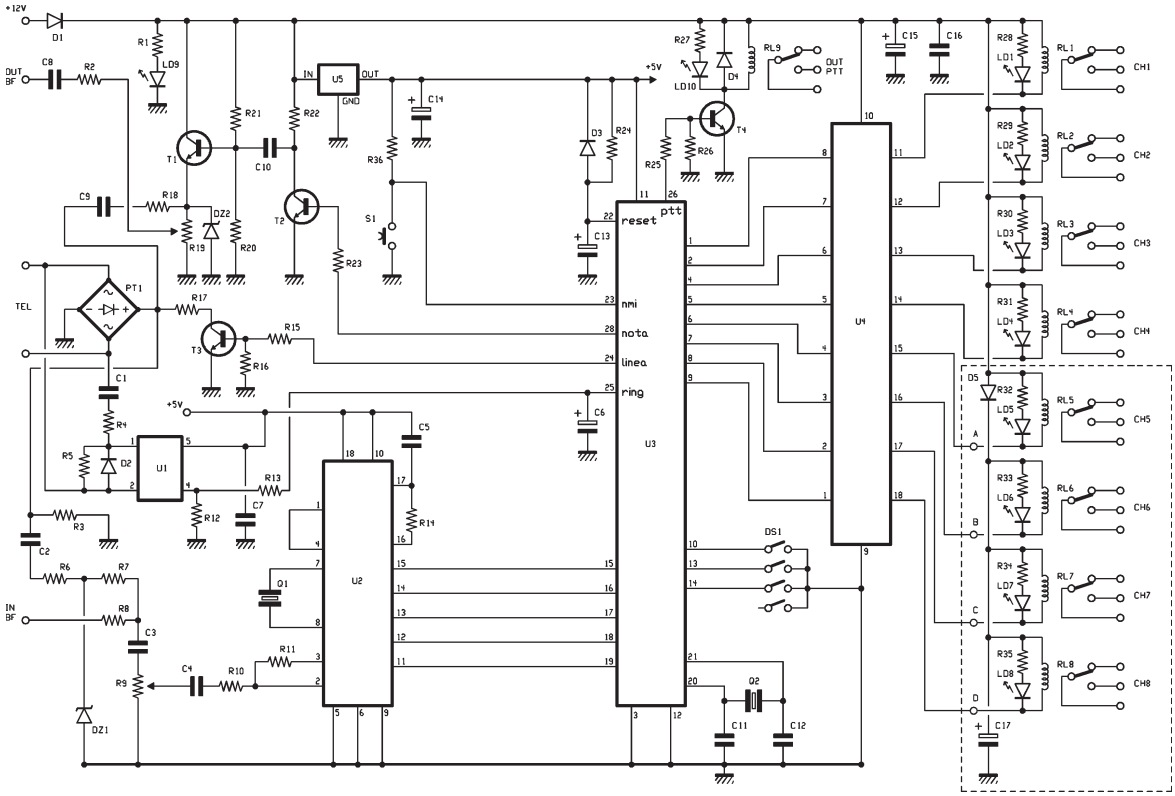
LA PIASTRA BASE

L'espansione di canali presentata in queste pagine va connessa elettricamente e meccanicamente alla chiave DTMF a quattro canali descritta sul fascicolo di ottobre 1995. Così facendo i canali disponibili passano da quattro a otto. In questo riquadro riproponiamo lo schema elettrico completo e lo stampato (in scala leggermente ridotta) di questo dispositivo. La chiave consente di attivare a distanza - via radio o via telefono - qualsiasi utenza elettrica. L'impiego di un microcontrollore con EEPROM interna consente di ottenere prestazioni impensabili sino a poco tempo fa. Queste le principali caratteristiche della nostra chiave:

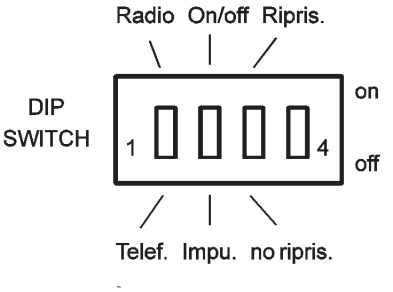
- *gestione tramite microcontrollore a 8 bit dotato di memoria non volatile;*
- *protocollo di comunicazione secondo lo standard DTMF;*
- *funzionamento dei canali in on/off oppure ad impulso;*
- *chiave di attivazione a 5 toni (100.000 possibili combinazioni) impostabili dall'utente e ritenzione della stessa su memoria non volatile;*
- *possibilità di protezione della chiave;*
- *programmazione - in funzionamento telefonico - del numero degli squilli da uno a nove.*



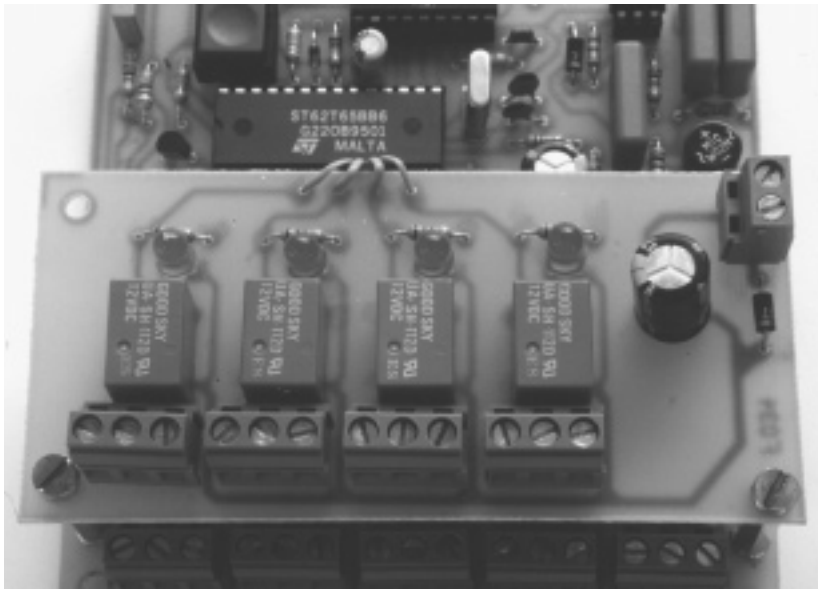
- *toni differenziati di risposta per conferma comandi;*
- *possibilità di interrogazione dello stato dei canali;*
- *gestione del relè di PTT in funzionamento via radio;*
- *funzione ripristino dei canali;*
- *segnalazione di avvenuto black-out dell'alimentazione;*
- *possibilità di funzionamento in abbinamento ad una segreteria telefonica;*
- *time-out di 20 secondi su ogni comando.*



l'eventuale disimpegno della linea telefonica, i toni dall'uno all'otto agiscono invece sui canali da CH1 a CH8 e sui rispettivi relè. Il funzionamento dei relè può essere impulsivo (i contatti si chiudono per 1-2 secondi) oppure bistabile (il contatto si chiude e resta chiuso sino ad un nuovo comando). Ogni volta che un relè cambia stato viene generata una nota di risposta (continua se il relè viene chiuso oppure modulata se il relè viene aperto). Inviando il tono zero seguito da un numero da 1 a 8 si attiva la funzione di interrogazione della scheda: il programma legge lo stato del relè "interrogato" e genera una nota di risposta seguendo lo standard sopra citato (continua = relè chiuso, modulata = relè aperto); in questo modo possiamo conoscere lo stato di un canale senza doverlo modificare. Se inviamo al nostro telecontrollo il tono zero seguito dal tono cancelletto attiviamo la funzione di programmazione a distanza. Il circuito invia dapprima una nota per informare che siamo in programmazione: a questo punto la scheda attende una sequenza di sette toni che viene memorizzata nella EEPROM; al termine invia una nota di fine programmazione e disattiva il telecontrollo disimpegnando eventualmente anche la linea telefonica. I sette toni ricevuti e memorizzati in EEPROM assumono un preciso significato: il primo tono rappresenta il numero di squilli che debbono giungere alla chiave per attivare la linea telefonica, i successivi cinque toni rappresenteranno il nuovo codice di accesso mentre il settimo tono attiva o meno la protezione. Se quest'ultimo corrisponde a 1 il software disabilita la funzione di programmazione a distanza rendendo impossibile la modifica del codice di accesso da parte dell'utente remoto. Per eliminare la protezione è necessario azzerare in loco la memoria EEPROM mediante il pulsante montato sulla piastra. Se la chiave è abilitata al funzionamento con apparati radio la procedura di programmazione risulta leggermente diversa, per l'esattezza in questo caso il software attende solo sei toni (cinque della chiave più uno per l'eventuale protezione). Non viene infatti programmato il numero di squilli poiché il software della versione radio non gestisce la linea telefonica. Un'ultima precisazione: la nota generata all'inizio ed alla fine della programmazione è diversa da quelle di risposta dei relè (continua o modulata), per la precisione la nota continua dura circa 3 secondi e ha una frequenza di 1000 Hz, la nota modulata è formata da tre impulsi a 1000 Hz della durata di 0,5 sec mentre la nota di inizio e di fine programmazione consiste invece in 8 impulsi a 1000 Hz della durata di 100 ms. Il dip-switch a tre poli (in realtà sono quattro ma l'ultimo non viene utilizzato) montato sulla piastra base consente di impostare il modo di funzionamento della scheda. Se la chiave deve funzionare via radio il primo dip va posto in ON, in caso contrario va messo in OFF. Se i relè debbono funzionare in modo impulsivo, ovvero se debbono attivarsi per un secondo per poi resettarsi, il dip n. 2 va messo in OFF, al contrario se dobbiamo memorizzare lo stato il dip 2 va posto in ON. Infine, se vogliamo attivare la funzione di ripristino dei relè, portiamo il dip 3 a ON, altrimenti lo lasciamo in OFF.



Lo switch DS1 consente di impostare i principali parametri operativi.



PER LA SCATOLA DI MONTAGGIO

L'espansione descritta in queste pagine è disponibile in scatola di montaggio (cod. FT110EK) al prezzo di 18.000 lire. La versione montata e collaudata (cod. FT110EM) costa invece 22.000 lire. Ricordiamo che la versione base della chiave DTMF con micro e EEPROM descritta il mese scorso costa 105.000 in scatola di montagggio (cod. FT110K) oppure 125.000 se già montata e collaudata (FT110M). Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, V.le Kennedy 96, 20027 Rescaldina (MI) tel. 0331/576139 fax 0331/578200.

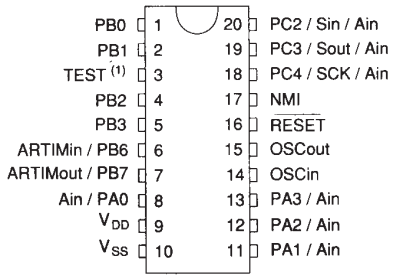
Corso di programmazione per microcontrollori ST626X

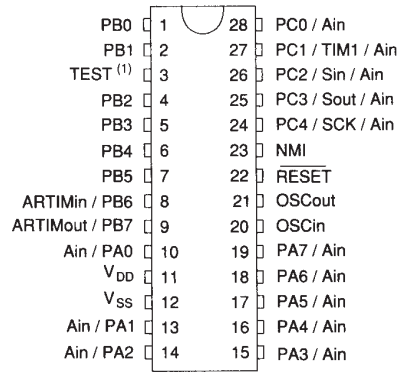
Per apprendere la logica di funzionamento e le tecniche di programmazione dei nuovi modelli di una delle più diffuse e versatili famiglie di microcontrollori presenti sul mercato: la famiglia ST6 della SGS-Thomson. Quarta puntata.

di Carlo Vignati e Arsenio Spadoni

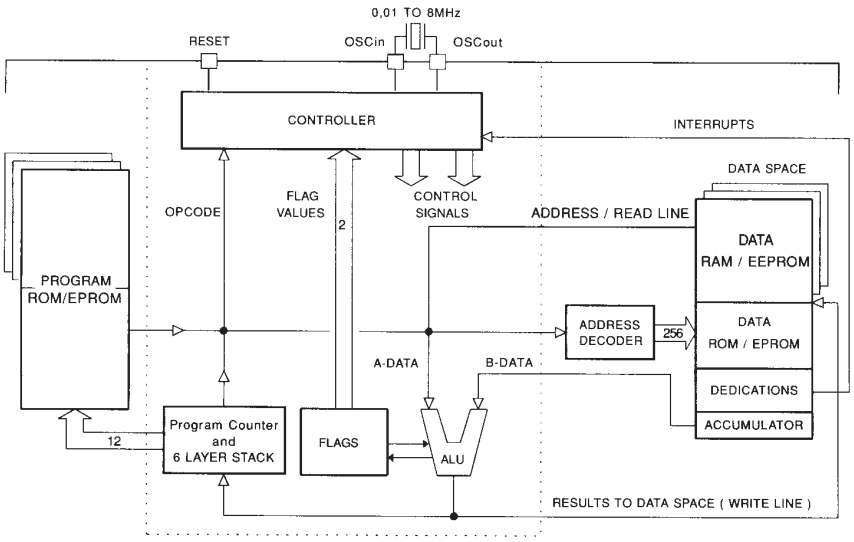
Nelle precedenti puntate abbiamo descritto la parte hardware e software dell'ST626X Starter Kit. Con questo sistema di sviluppo abbinato ad un Personal Computer è possibile programmare i nuovi microcontrollori della SGS-Thomson, l'ST6260 e l'ST6265. Diamo ora un'occhiata dall'esterno ai due microcontrollori e osserviamo la configurazione dei pin dell'ST6260 che dispone di un contenitore dual-in-line da 20 pin e dell'ST6265 che è racchiuso in un dual-in-line da 28 pin. Contenitore a parte, questi due chip sono identici, hanno internamente la stessa CPU, una memoria perfettamente uguale e condividono lo stesso set di istruzioni software. Durante tutto il Corso tratteremo questi chip allo stesso modo sia per la parte hardware che per quella software. Dovremo solo tener presente che il micro più piccolo, l'ST6260, dispone di un numero inferiore di "porte". Per la precisione, nell'ST6260 il PORT B è composto da 6 piedini (PB0, PB1, PB2, PB3, PB6 e PB7, manca quindi il PB4 e il PB5), il PORT C è composto da 3 pin (PC2, PC3 e PC4, manca il PC0 e il PC1), ed infine il PORT A va all'esterno con 4 pin (PA0, PA1, PA2 e PA3, manca quindi il PA4, il PA5, il PA6 e il PA7). Nell'evidenziare la differenza tra l'ST6260 e l'ST6265 abbiamo parlato di "PORT" senza spiegare che cosa sono. Rimediamo subito dicendo che con questo termine indichiamo le linee, ovvero i pin, con cui il micro scambia informazioni con il mondo esterno. Questi terminali vengono spesso indicati come linee di ingresso o di uscita: di ingresso quando l'informazione transita dall'esterno verso la CPU, di uscita quando l'informazione va dalla CPU al mondo esterno. I microcontrollori della SGS-Thomson dispongono di diverse linee di I/O (ingresso o uscita), l'ST6260 ne ha 13 mentre l'ST6265 ne ha 21. Ogni singola linea prende poi il nome della periferica di appartenenza, quindi, ad esempio, il pin numero 15 del micro ST6265 viene denominato PA3 poiché risulta internamente collegato alla periferica PORT A. Concludendo, il microcontrollore più piccolo ovvero l'ST6260 dispone di 4 linee (PA0, PA1, PA2 e PA3) collegate alla periferica PORT A, di 6 linee (PB0, PB1, PB2, PB3, PB6 e PB7) che fanno capo all'unità PORT B e di 3 linee (PC2, PC3 e PC4) che fanno capo alla PORT C, per un totale di 13 linee di ingresso/uscita. Il microcontrollore più grande, cioè l'ST6265, dispone di 8 linee (PA0, PA1, PA2, PA3, PA4, PA5, PA6 e PA7) colle-

gate alla periferica PORT A, di 8 linee (PB0, PB1, PB2, PB3, PB4, PB5, PB6 e PB7) che fanno capo all'unità PORT B e di 5 linee (PC0, PC1, PC2, PC3 e PC4) che fanno parte del PORT C, per un totale di 21 linee di I/O. Proseguiamo nell'analisi dall'esterno dei nostri chip con la descrizione degli altri pin disponibili, tenendo presente che il significato è identico per entrambi i chip pur essendo diversa la posizione esterna. Partiamo con quelli di alimentazione che vengono contraddistinti dalle sigle Vdd (positivo di alimentazione) e Vss (massa). A questi pin dovremo applicare una tensione stabilizzata, tipicamente 5 volt, ricordando di collegare anche un condensatore di disaccoppiamento con capacità compresa tra 0,1 e 1 microfarad. Proseguiamo con i pin siglati OSCin (oscillator input) e OSCout (oscillator output) che risultano internamente collegati ad un oscillatore che genera il clock di sistema. Quest'ultimo, che altro non è che un segnale ad onda quadra, provvede alla scansione degli eventi all'interno dei micro. Per il corretto funzionamento del micro dovremo collegare ai pin dell'oscillatore un quarzo o un risuonatore ceramico con frequenza di lavoro compresa tra 4 e 8 MHz. Dovremo anche connettere un condensatore con capacità compresa tra 12 e 22 pF tra il pin OSCin e massa, e un eguale condensatore tra il pin OSCout e massa. Bene, continuiamo con il pin siglato RESET che se portato allo stato logico 0 (coincidente con la massa) forza la CPU alla lettura della prima istruzione presente nella memoria programma. Questo va normalmente collegato tramite una resistenza da 100 Kohm alla tensione positiva Vdd e attraverso un condensatore da 10 microfarad alla Vss (massa). La rete RC così realizzata forza, per qualche istante e solo all'atto della prima accensione, il piedino RESET al valore di 0 volt e conseguentemente permette al micro di partire correttamente andando a leggere l'istruzione numero uno. Il pin TEST non viene mai utilizzato nel normale funzionamento e deve rimanere sempre collegato con la massa. Questo piedino viene usato esclusivamente dalla scheda di programmazione dell'ST626X Starter Kit per il trasferimento dei comandi dal PC al micro (programmazione) o dal micro al PC (lettura della memoria). Continuiamo l'analisi con il piedino siglato NMI, Not Maskable Interrupt o interruzione non mascherabile. Vedremo in seguito che l'utilizzo di



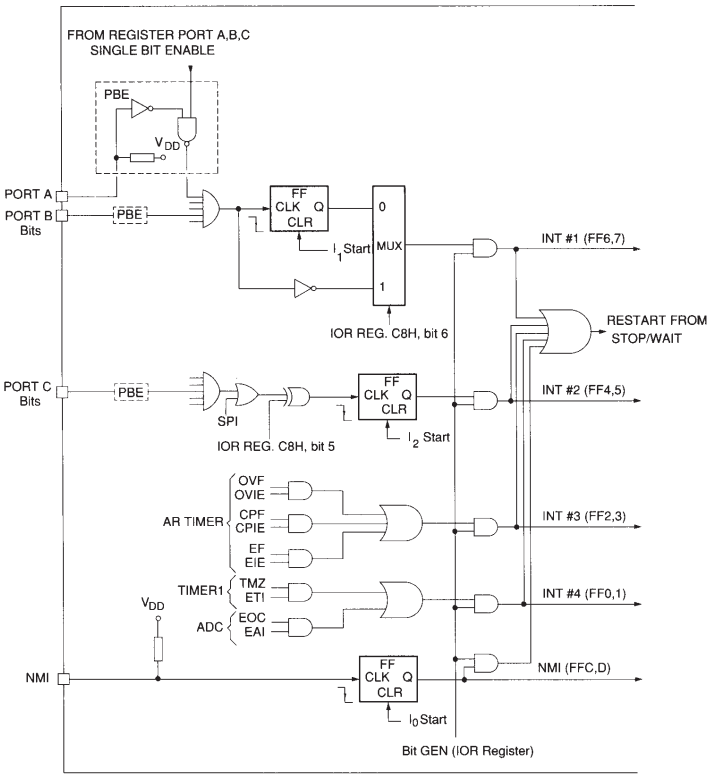


Pin out del micro ST6260 (sopra) e dell'ST6265 (sotto)



Lo schema a blocchi del "core" dei micro ST626X evidenzia il controller, l'ALU, il registro Program Counter, i flag e i sei livelli di stack.

I micro ST626X possono distinguere quattro diverse interruzioni mascherabili e una non mascherabile (piedino NMI). Ad ogni interruzione è associato un preciso "vettore" la cui locazione nella memoria è riportata tra parentesi a fianco del numero di identificazione dell'interruzione stessa. La numero 1 è causata dai port di ingresso/uscita A e B, la 2 dal port C, la terza è associata al timer auto ricaricabile e, infine, la quarta, è condivisa dal timer 1 e dal convertitore A/D. Ogni interruzione può anche essere utilizzata per il restart (risveglio) del micro nel caso in cui esso si trovi nello stato a basso consumo di "stop" o di "wait".

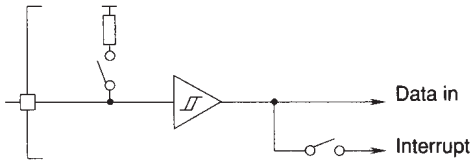
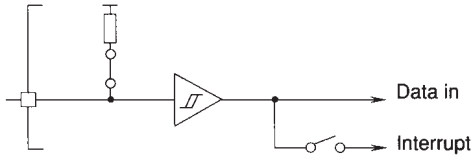
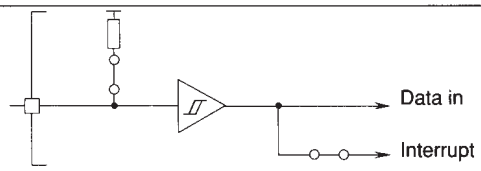
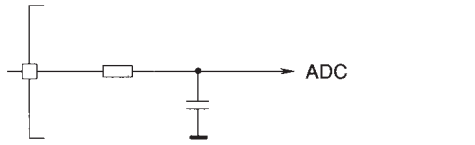
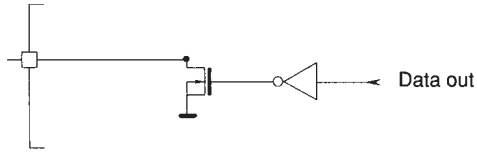
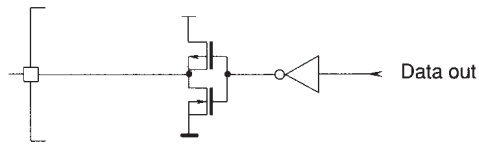


questo pin è indispensabile per molte applicazioni, ma prima di procedere alla sua descrizione facciamo una premessa per comprendere il significato di interruzione (interrupt). Con tale termine indichiamo un evento che interrompe il normale flusso di funzionamento del micro per deviarlo in una seconda direzione. Sappiamo che la CPU processa le istruzioni seguendo esattamente il loro ordine cronologico quello cioè con cui sono state "scritte" e memorizzate. Ne deriva che per poter gestire istantaneamente e in qualsiasi punto del programma un evento esterno o interno è necessario interrompere il programma principale per passare ad uno secondario specifico per quel tipo di evento. Il programma secondario viene chiamato subroutine di interrupt seguito dal nome di colui che l'ha causato, ad esempio subroutine di interrupt del timer se la causa è il timer, o dell'ADC se la causa è il convertitore analogico digitale, oppure del pin NMI se appunto la causa è una variazione dell'ingresso presente su tale pin. La famiglia ST626X è molto completa da questo punto di vista con ben 5 diversi livelli di interrupt. Ogni periferica interna, compresa quella di interfaccia e quindi le relative linee di I/O, possono generare una interruzione di tipo mascherabile. Ciò vuol dire che le interruzioni possono essere, in funzione della specifica applicazione, gestite o ignorate (mascherate) dal programma. Al contrario l'interruzione causata dal piedino NMI viene sempre gestita: essa interrompe e devia sempre il programma allo scopo di ottenere una risposta immediata (in tempo reale) all'evento. Concludiamo la descrizione dei pin con quello siglato TIMER che come si intuisce fa capo al temporizzatore interno al micro ST6. Questo piedino può essere utilizzato come ingresso per far partire il conteggio della periferica timer, oppure come uscita per attivare un dispositivo esterno allo scadere del tempo impostato nel timer.

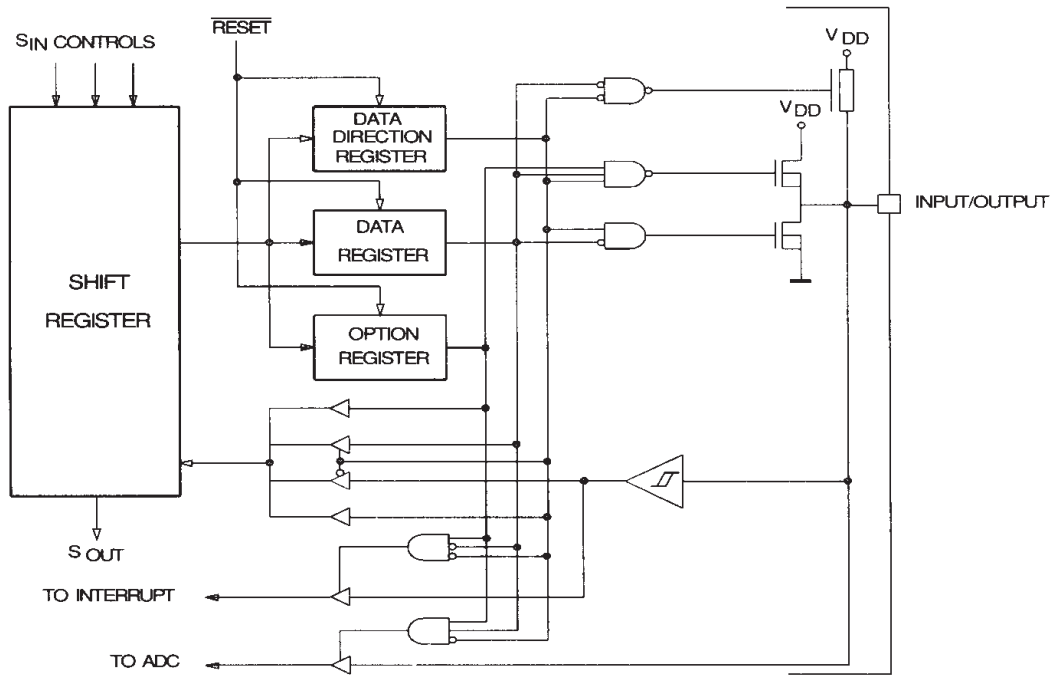
LA CPU

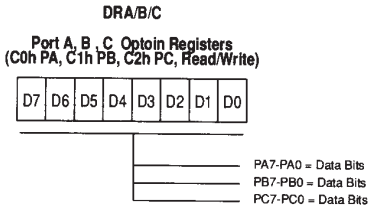
Terminata la panoramica esterna dei micro ST6260 e ST6265 non ci resta che passare al loro interno per vedere cosa realmente contengono. La CPU (Central Processor Unit) rappresenta per il micro l'unità di elaborazione principale, non per niente essa contiene il "core" del micro che in inglese significa centro, anima o anche, in senso ovviamente figurato, cuore. Il suo compito è di leggere, interpretare ed eseguire le istruzioni presenti nella memoria programma. Per poter svolgere questi compiti la CPU deve essere collegata alle altre periferiche da un bus bidirezionale, deve contenere una unità matematica che chiamiamo ALU (Arithmetic Logic Unit), deve poter disporre di un contatore di programma (Program Counter), di un registro detto di "stack", di un registro accumulatore e, infine, dei "flag". Bene, possiamo affermare che nei nuovi micro della SGS-Thomson tutte queste cose ci sono e sono anche potenti e complete. Vediamo dunque di approfondire il significato delle unità presenti nella CPU partendo dal Program Counter. Esso, come specificato dal nome che lo identifica, contiene l'indirizzo del byte di memoria

Possibili configurazioni delle linee di ingresso/uscita dei micro ST626X

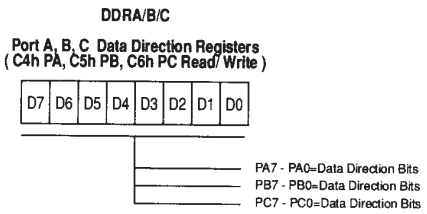
Mode	Available At	Schematic
Input	PA0-PA7 PB0-PB7 PC0-PC4 Sin, SCK ARTIMin, TIM1	
Input with pull up	PA0-PA7 PB0-PB7 PC0-PC4 Sin, SCK ARTIMin, TIM1	
Input with pull up with interrupt	PA0-PA7 PB0-PB7 PC0-PC4 Sin , SCK ARTIMin , TIM1	
Analog Input	PA0-PA7 PC0-PC4	
Open drain output 5mA Open drain output 20mA	PA0-PA7 PC0-PC4 PB0-PB7	
Push-pull output 5mA Push-pull output 20mA	PA0-PA7 PC0-PC4 TIM1, Sout, SCK PB0-PB7 ARTIMout	

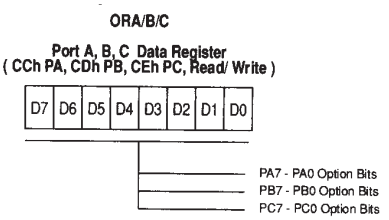
programma in cui è scritta l'istruzione da eseguire. Il program counter viene copiato o meglio salvato nello stack quando la CPU abbandona la normale sequenza di istruzioni, quella cronologica, e si sposta in un altro punto della memoria programma. Per intenderci, questo tipo di salvataggio viene eseguito quando la CPU non processa l'istruzione successiva a quella conclusa. Vedremo, durante l'analisi di applicazioni software, che l'esecuzione di un programma non è sempre cronologico ma anzi vi sono molti "spostamenti" da una parte all'altra della memoria programma. Alcuni di essi non necessitano del salvataggio del program counter, altri (le subroutine e gli interrupt) utilizzano invece lo stack. Nel primo caso lo spostamento avviene senza che poi ci sia la necessità di ritornare nella posizione abbandonata, nel secondo caso una particolare istruzione può riportare la CPU all'istruzione successiva a quella che ha causato lo spostamento. Dal numero di program counter che possiamo salvare deriva il numero di spostamenti consecutivi che si possono eseguire. Nei micro della famiglia ST626X esistono sei livelli di stack, ciò significa che possiamo eseguire un numero massimo di spostamenti



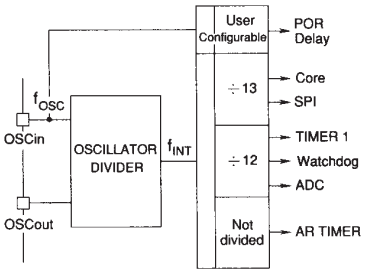

DRA/B/C
Port A, B , C Optoin Registers
(C0h PA, C1h PB, C2h PC, Read/Write)
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
PA7-PA0 = Data Bits
PB7-PB0 = Data Bits
PC7-PC0 = Data Bits

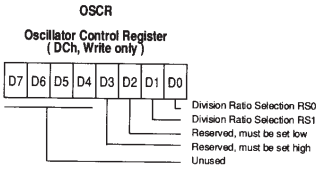
Schema a blocchi di una linea di ingresso/uscita. All'atto della prima accensione tutti i pin di I/O funzionano come ingressi, successivamente è possibile assegnare ad ogni linea, tramite programmazione, una delle configurazioni di I/O riportate nella pagina precedente. Per fare ciò dovremo modificare i bit presenti nei registri DR (registro dati), DDR (registro direzione) e OR (registro opzioni) della porta relativa A, B oppure C.

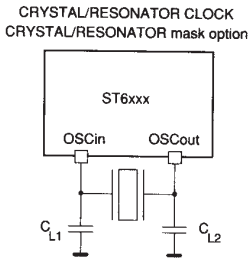

DDRA/B/C
Port A, B, C Data Direction Registers
(C4h PA, C5h PB, C6h PC Read/ Write)
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
PA7 - PA0=Data Direction Bits
PB7 - PB0=Data Direction Bits
PC7 - PC0=Data Direction Bits


ORA/B/C
Port A, B, C Data Register
(CCh PA, CDh PB, CEh PC, Read/ Write)
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
PA7 - PA0 Option Bits
PB7 - PB0 Option Bits
PC7 - PC0 Option Bits

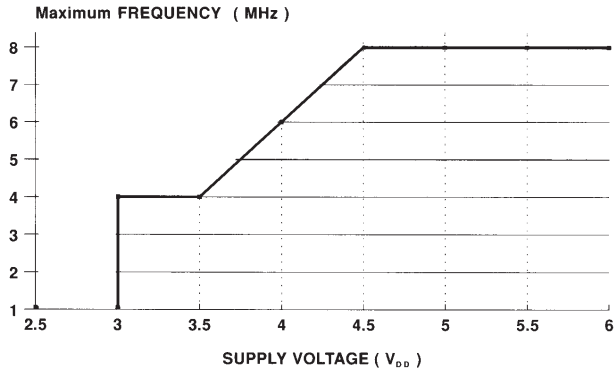
consecutivi uguale a sei, quantità più che sufficiente anche per le applicazioni più complesse. La CPU viene gestita dal software attraverso cinque diversi registri a cui associamo la sigla di registro accumulatore, registro X, registro Y, registro V, registro W. L'accumulatore è il registro più importante all'interno della CPU e quasi tutti i comandi e le istruzioni software utilizzano per lo svolgimento questo registro. I registri X e Y vengono definiti anche come registri indiretti poiché il loro compito principale è quello di indirizzare in modo indiretto la memoria dati. I registri V e W vengono definiti short register e sono utilizzati per l'indirizzamento diretto della memoria dati. In seguito parleremo anche dei tipi di indirizzamento disponibili nei micro ST6. Tutte le operazioni matematiche vengono svolte dall'unità ALU alla quale spetta anche l'aggiornamento del Carry flag e dello Zero flag. Questi ultimi sono sostanzialmente dei registri ad un solo bit che vengono scritti dalla ALU al termine di una operazione matematica e che possono essere letti dal programma software per sapere se due numeri sono uguali o diversi, oppure quale dei due è il maggiore, oppure ancora se un numero è negativo o

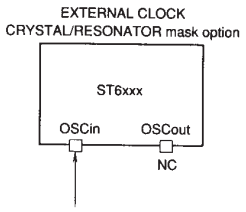


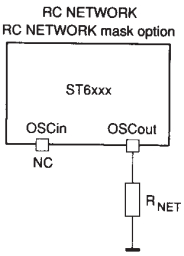

OSCR
Oscillator Control Register
(DCh, Write only)
D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
Division Ratio Selection RS0
Division Ratio Selection RS1
Reserved, must be set low
Reserved, must be set high
Unused



Sopra, rappresentazione schematica dell'oscillatore e del divisore contenuto nei micro ST626X. Quest'ultimo è controllato dal registro OSCR (Oscillator Control Register). A fianco, le possibili connessioni dei pin che controllano l'oscillatore. Sotto, rappresentazione grafica della massima frequenza di clock utilizzabile in funzione della tensione di alimentazione del micro.





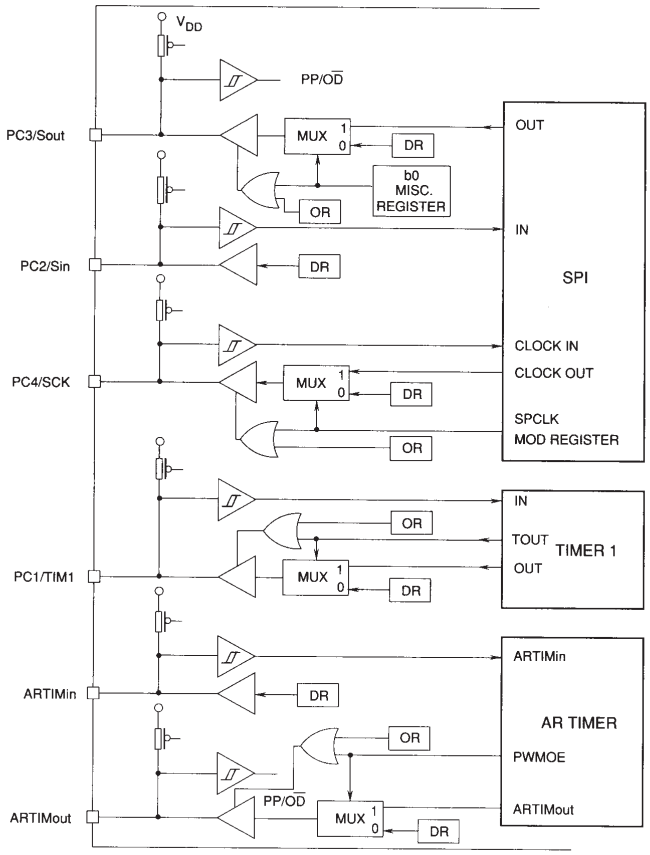


positivo. All'interno di un microcontrollore la sequenza degli eventi o meglio la velocità con cui questi avvengono è regolata dal clock di sistema.

IL CLOCK

Il clock viene generato da un particolare circuito, interno al micro, denominato oscillatore. Per funzionare l'oscillatore necessita di qualche componente esterno, ovvero di un quarzo o risuonatore ceramico e di due condensatori. Se il tutto viene collegato correttamente all'atto della prima accensione, trascorso il ritardo di reset, la CPU inizierà a lavorare "mossa" dal clock generato dall'oscillatore. La velocità con cui la CPU svolge le sue mansioni è ovviamente correlata alla frequenza di oscillazione del quarzo esterno. Quanto più alta sarà la frequenza del quarzo, tanto più alta sarà la velocità di lavoro del micro e il consumo di corrente, al contrario, abbassando la frequenza del quarzo, andremo a diminuire la velocità del micro ed anche il suo consumo di corrente. E' evidente che se la frequenza del quarzo non varia, anche la velocità di esecuzione del micro rimane sempre la stessa, ovvero la CPU processa le istruzioni sempre con la stessa velocità. Per stabilire il legame tra frequenza di oscillazione del quarzo e velocità di esecuzione del micro si usa il termine "machine cycle" o ciclo temporale di macchina. Nel data-book dei micro ST6 è riportato, a fianco di ogni singola istruzione, anche il numero di cicli macchina necessari per l'esecuzione. Ad esempio, l'istruzione LDI A,nn (trasferisci il numero ad otto bit nn all'interno del registro accumulatore) richiede per essere eseguita dalla CPU quattro cicli macchina. Supponendo di collegare esternamente al micro un quarzo da 8 MHz, il periodo dell'impulso di clock sarà di 0,125 microsecondi: 1/8 MHz. Il tempo di ciascun ciclo macchina sarà di 1,625 microsecondi (13 x 0,125 microsecondi). Infine, il tempo di esecuzione dell'istruzione sopra citata sarà di 1,625 x 4 cicli = 6,5 microsecondi. Abbiamo moltiplicato per 13 il periodo di clock poiché l'oscillatore interno pilota il core del micro con una frequenza pari a quella del clock diviso 13. Per essere precisi le esatte frequenze che vengono applicate alle diverse unità sono: core e periferica seriale uguale a clock diviso 13; timer 1, watchdog e convertitore A/D clock diviso 12; infine, il timer autoricaricabile viene pilotato direttamente con la frequenza di clock. E' possibile dividere ulteriormente le frequenze applicate alle varie unità agendo sul registro di controllo dell'oscillatore OSCR (Oscillator Control Register). Esso si trova fisicamente nella memoria dati alla locazione DC Hex, può essere solo scritto ed è composto da 8 bit che rappresentiamo con le sigle da D0 (bit 0) a D7 (bit 7). Di questo registro

Alcune linee di ingresso/uscita sono connesse oltre che ai relativi registri di controllo (dati, direzione e opzioni) anche ad altre periferiche presenti nei micro ST626X. Queste linee possono quindi essere configurate come normali I/O oppure possono essere utilizzate come I/O di un'altra periferica. In figura lo schema a blocchi di queste linee: PC3, PC2 e PC4 rappresentano rispettivamente l'uscita, l'ingresso e il clock della periferica seriale; PC1 viene utilizzato come ingresso o come uscita del timer 1; PB6 e PB7 fanno capo rispettivamente all'ingresso e all'uscita del timer auto ricaricabile.



vengono usati solo due bit, il D0 e il D1, per selezionare il fattore di divisione dell'oscillatore in funzione della seguente tabella:

D1	*D0*	*fattore di divisione*
0	*0*	*1*
0	*1*	*2*
1	*0*	*4*
1	*1*	*4*

LE PORTE DI I/O

Dalla descrizione della piedinatura dei micro ST626X sappiamo che questi dispositivi comunicano con il mondo esterno attraverso delle apposite linee denominate di Input/Output (I/O) che, a loro volta, fanno capo alle periferiche interne di interfaccia. Le periferiche di I/O contenute all'interno dei nuovi micro ST6260 e ST6265 sono tre (PORT A, PORT B e PORT C); esse risultano praticamente uguali a quelle presenti nei micro della famiglia ST621X e ST622X. Le uniche differenze tra le tre sottofamiglie, ST626X da una parte e ST621X ed ST622X dall'altra, sono le opzioni di collegamento dei piedini. Infatti, i nuovi micro dispongono di periferiche aggiuntive, non presenti nelle famiglie inferiori, e di conseguenza le opzioni di alcuni pin di I/O risultano diverse poiché sono diversi i collegamenti tra questi ultimi e le nuove periferiche. In generale, possiamo affermare che all'atto della prima accensione ogni pin di I/O viene automaticamente impostato dall'hardware come ingresso ad alta impedenza, successivamente il software utente può modificare la configurazione di ogni singolo pin abilitandolo a funzionare in un diverso modo. Ad esempio è possibile settare le linee come ingressi con resistore di pull-up, oppure come ingressi capaci di generare una interruzione, o come ingressi analogici, oppure, ancora, come uscite push-pull o open-drain. Infine, sono disponibili delle nuove opzioni non implementate nelle versioni precedenti come, ad esempio, uscite e ingressi seriali, o ancora uscite e ingressi associati al timer autoricaricabile. Per poter abilitare un pin a uno dei funzionamenti sopra citati, l'utente deve agire sui registri delle periferiche di interfaccia. Esistono tre registri per ogni periferica contraddistinti dalle sigle DR (Data register) seguito dal nome della periferica A, B o C; DDR (Data direction register) seguito sempre dal nome della periferica (A, B, C) e OR (Option register) più la periferica A, B o C. Concludendo, i registri di I/O sono complessivamente 9, occupano ciascuno lo spazio di un byte e sono fisicamente contenuti nella memoria dati. Ogni piedino di I/O del micro appartiene ad una sola periferica ed è contraddistinto dalla lettera P (Port) seguita dal nome della periferica di appartenenza e dalla relativa posizione nei registri. Ad esempio, il pin 15 del

Caratteristiche elettriche delle linee di ingresso e uscita

Symbol	Parameter	Test Conditions	Value			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
V_{IL}	Input Low Level Voltage	I/O Pins			0.3x V_{DD}	V
V_{IH}	Input High Level Voltage	I/O Pins	0.7x V_{DD}			V
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{DD}= 5.0V I_{OL}= 10µA , All I/O Pins I_{OL}= 5mA , Standard I/O I_{OL}= 10mA , Port B I_{OL}= 20mA , Port B			0.1 0.8 0.8 1.3	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	I_{OH}= – 10µA I_{OH}= – 5mA, V_{DD}= 5.0V I_{OH}= – 1.5mA, V_{DD}= 3.0V	V_{DD}-0.1 3.5 2.0			V
I_{IL} I_{IH}	Input Leakage Current I/O Pins (pull-up resistor off)	Vin= V_{DD} or V_{SS} V_{DD}= 3.0V V_{DD}= 5.5V		0.1 0.1	1.0 1.0	µA
R_{PU}	Pull-up Resistor	Vin= 0V; All I/O Pins	50	100	200	KΩ

micro ST6265 è contraddistinto dalla sigla PA3 poiché viene controllato dalla periferica di I/O siglata A, e precisamente dal bit numero 3 dei registri DRA, DDRA e ORA. Per modificare il funzionamento di un pin di I/O dovremo quindi agire sui tre relativi bit dei registri della periferica di appartenenza, attenendoci alla seguente tabella:

DDR	*OR*	*DR*	*Funzionamento del pin*
0	*0*	*0*	*Ingresso con resistore di pull-up*
0	*0*	*1*	*Ingresso normale*
0	*1*	*0*	*Ingresso con pull-up e con interruzione*
0	*1*	*1*	*Ingresso analogico*
1	*0*	*X*	*Uscita di tipo open-drain*
1	*1*	*X*	*Uscita di tipo push-pull*

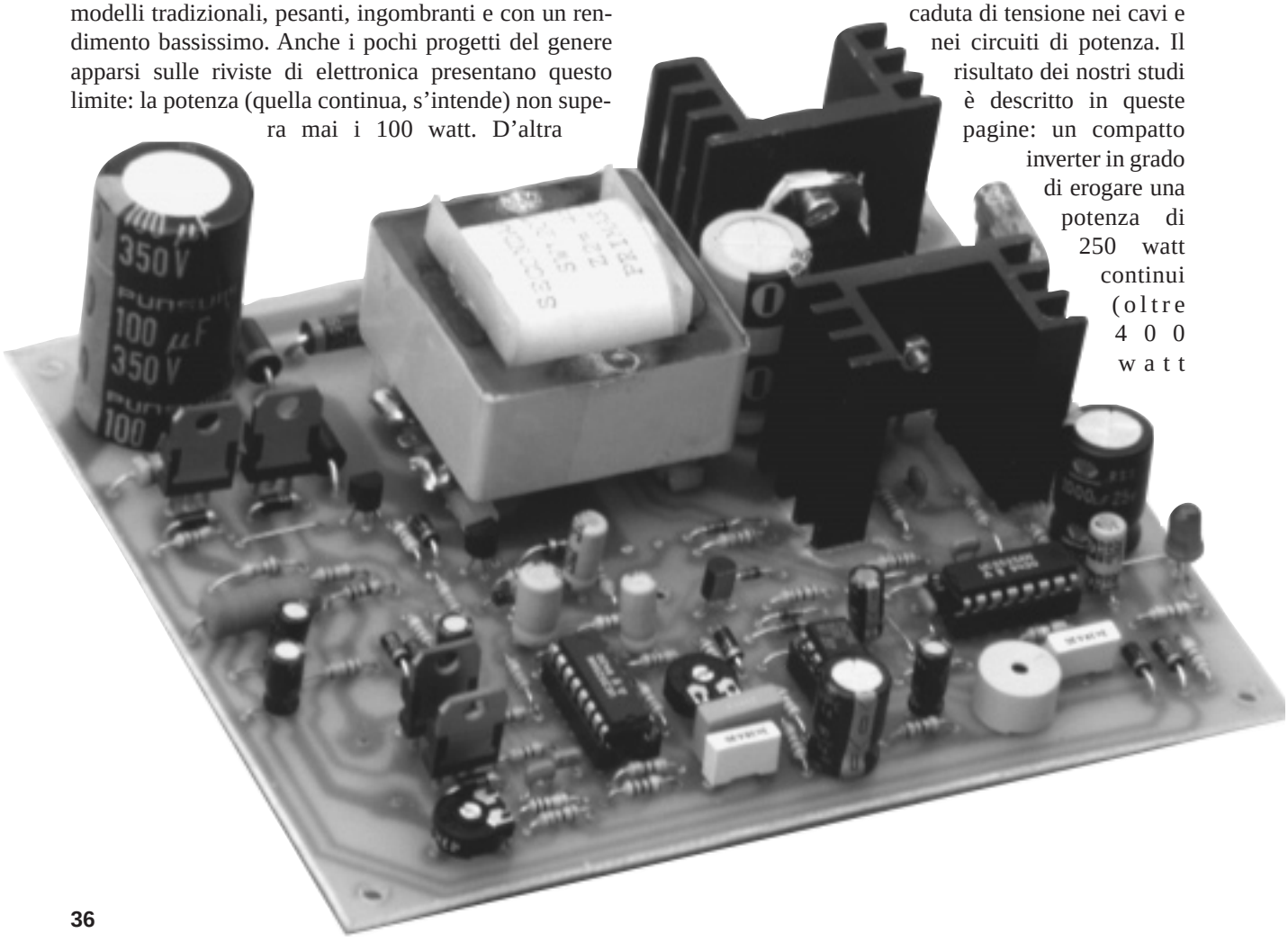
Per passare da una delle sei configurazioni sopra riportate ad un'altra configurazione occorre seguire un particolare criterio onde evitare anomalie nel funzionamento del micro. Le variazioni di configurazione debbono cioè essere eseguite seguendo una particolare sequenza di transizione che riportiamo qui di seguito: ingresso con resistore di pull-up e con interruzione, ingresso con resistore di pull-up senza interruzione, uscita open drain (con bit del DR uguale a zero), uscita push-pull (con bit del DR uguale a zero), uscita push-pull (con bit del DR uguale a uno), uscita open drain (con bit del DR uguale a uno), ingresso senza resistore di pull-up e senza interruzione, ingresso analogico. Le transizioni possono avvenire sia nel senso di lettura sia nel senso inverso, è sufficiente che la transizione successiva sia quella adiacente. Contrariamente ai micro della famiglia precedente, i nuovi ST626X dispongono di alcuni pin che si utilizzano sia come appena descritto sia in abbinamento alle nuove periferiche implementate; per la precisione questi piedini sono siglati PC3 (uscita seriale), PC2 (ingresso seriale), PC4 (clock della periferica seriale), PC1 (I/O del timer 1), ARTIMin (ingresso timer autoricaricabile), e ARTIMout (uscita timer autoricaricabile). Descriveremo completamente ciascuno di questi piedini durante la trattazione della relativa periferica. Nella prossima puntata inizieremo finalmente a lavorare con i nuovi micro della SGS-Thomson proponendo delle semplici applicazioni, complete di hardware e di software, riguardanti, inizialmente, le porte di ingresso/uscita.

PER IL PROGRAMMATORE

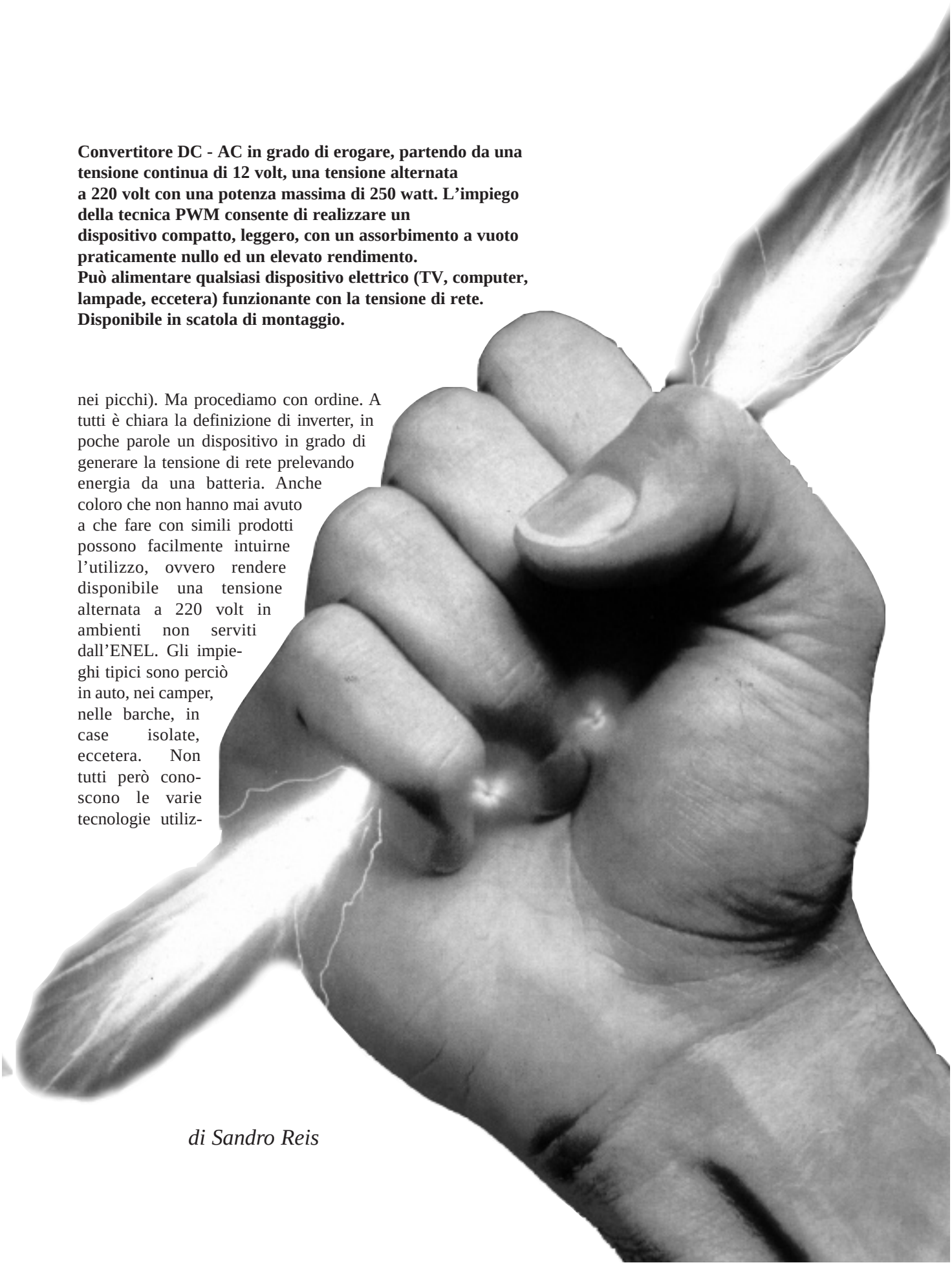
Il programmatore della famiglia ST626X (ST6260 e ST6265) cod. ST626X Starter Kit viene fornito completo di manuali, di software (assembler, linker, simulatore, esempi), di basetta di programmazione, di alimentatore da rete, di quattro chip finestrati (n. 2 ST62E60 e n. 2 ST62E65) al costo di lire 580.000 IVA compresa. E' anche disponibile il programmatore per i micro ST6210, ST6215, ST6220 e ST6225 (cod. ST622X Starter Kit) al prezzo di 420.000 lire. Anch'esso viene fornito completo di manuali, di software (assembler, linker, simulatore, esempi), di basetta di programmazione, di alimentatore da rete e di quattro chip finestrati (n. 2 ST62E20 e n. 2 ST62E25). I programmatori vanno richiesti a: FUTURA ELETTRONICA, v.le Kennedy 96, 20027 Rescaldina (MI), tel. 0331-576139, fax 0331-578200.

INVERTER PWM 250 WATT

Da alcuni anni hanno fatto la loro comparsa sul mercato gli inverter realizzati in tecnologia PWM, tecnologia che consente di realizzare apparecchiature di dimensioni contenute, leggere e perciò facilmente trasportabili ovunque. Tuttavia, la potenza dei modelli disponibili in commercio, non supera i 100÷120 watt e pertanto se l'apparecchiatura da alimentare richiede una potenza maggiore non resta altro da fare che utilizzare i modelli tradizionali, pesanti, ingombranti e con un rendimento bassissimo. Anche i pochi progetti del genere apparsi sulle riviste di elettronica presentano questo limite: la potenza (quella continua, s'intende) non supera mai i 100 watt. D'altra parte, lavorando a 12 volt, è molto difficile andare oltre certe potenze a causa dell'elevata corrente in gioco. Per colmare questa lacuna, alcuni mesi fa abbiamo messo "in cantiere" un progetto di inverter con l'obiettivo di realizzare un circuito in PWM (alimentato a 12 volt) in grado di erogare la massima potenza possibile. Dopo varie prove siamo giunti alla conclusione che oltre i 250 watt non si poteva andare a causa principalmente della caduta di tensione nei cavi e nei circuiti di potenza. Il risultato dei nostri studi è descritto in queste pagine: un compatto inverter in grado di erogare una potenza di 250 watt continui (oltre 400 watt

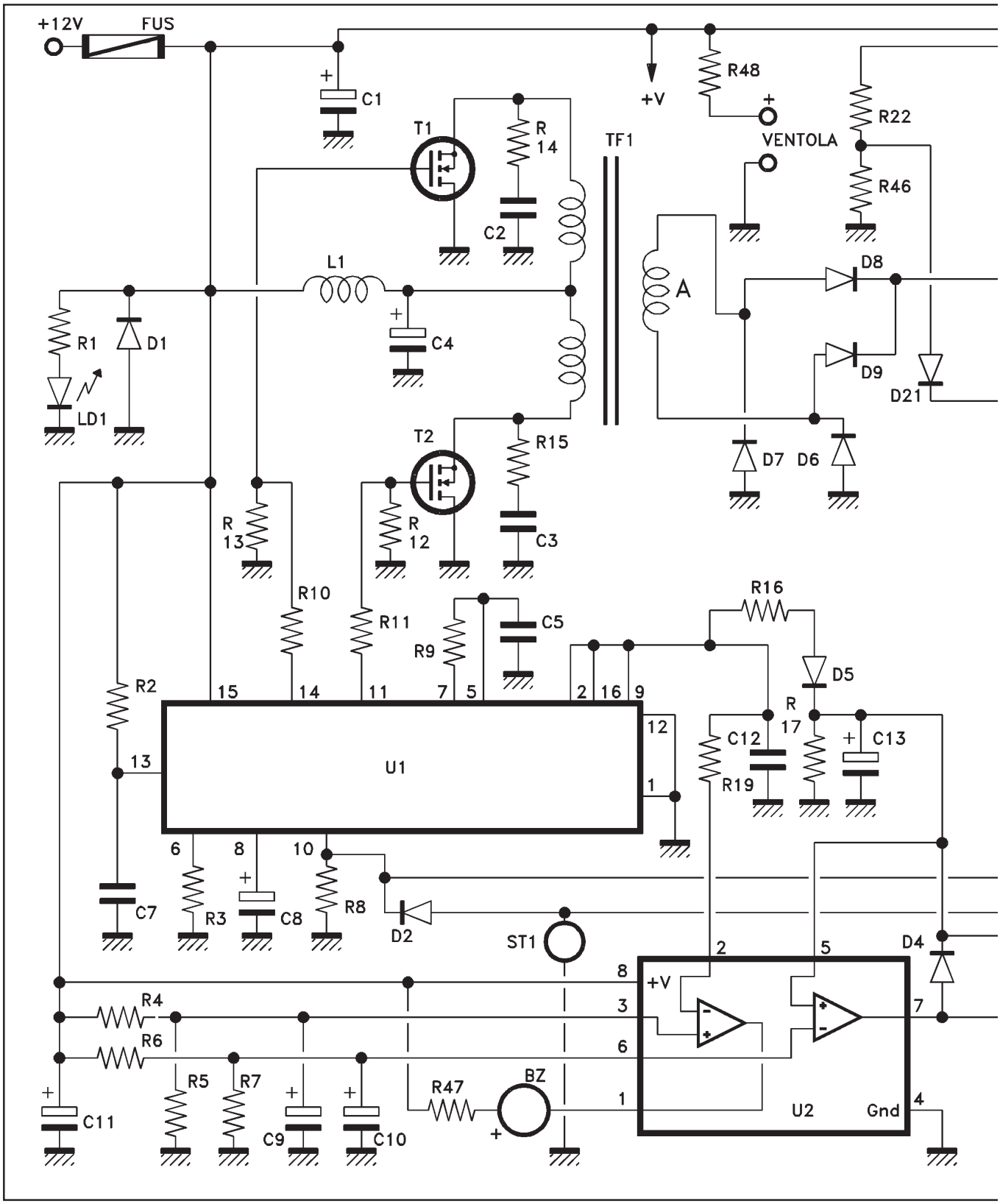


Convertitore DC - AC in grado di erogare, partendo da una tensione continua di 12 volt, una tensione alternata a 220 volt con una potenza massima di 250 watt. L'impiego della tecnica PWM consente di realizzare un dispositivo compatto, leggero, con un assorbimento a vuoto praticamente nullo ed un elevato rendimento.
Può alimentare qualsiasi dispositivo elettrico (TV, computer, lampade, eccetera) funzionante con la tensione di rete.
Disponibile in scatola di montaggio.

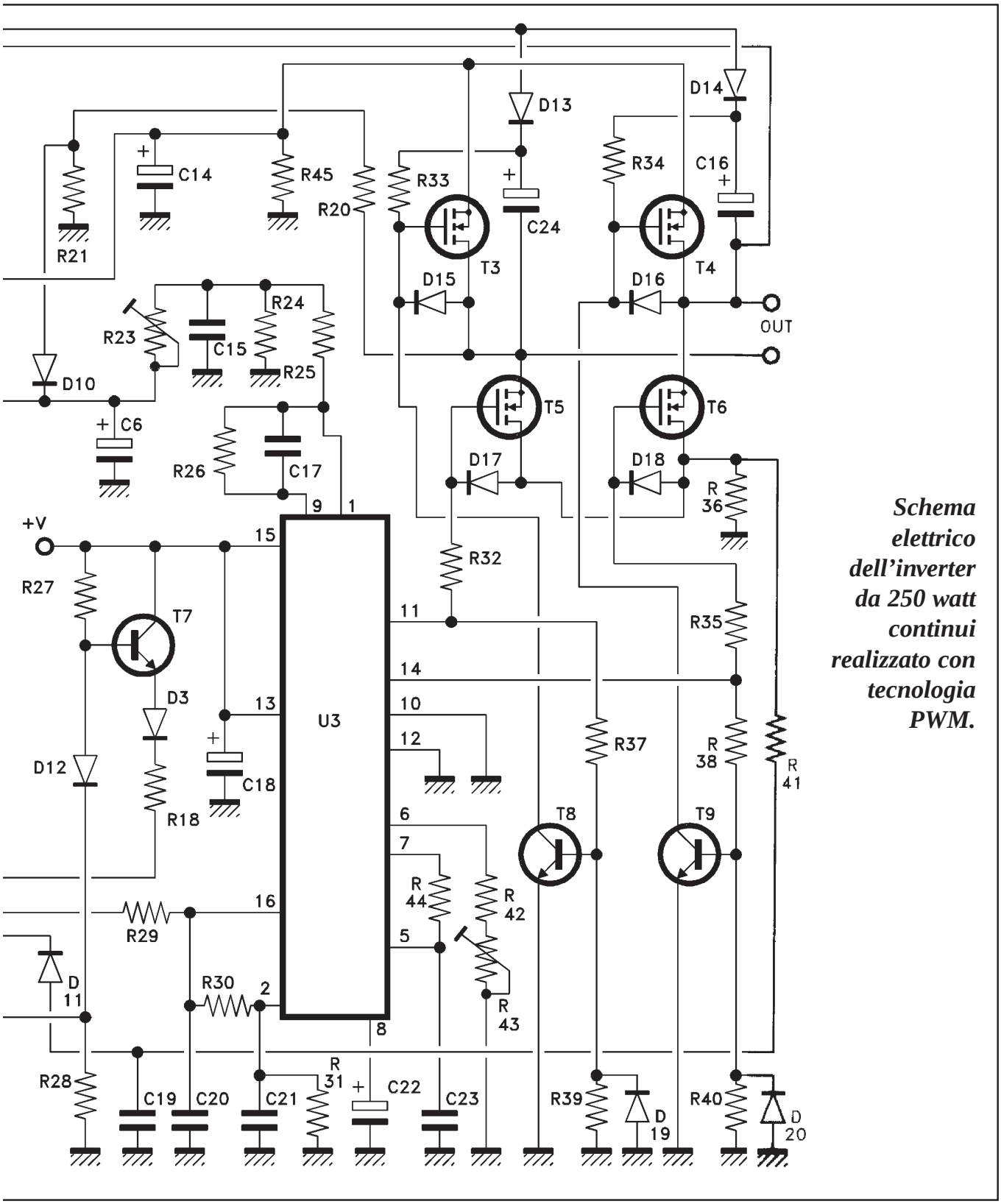


nei picchi). Ma procediamo con ordine. A tutti è chiara la definizione di inverter, in poche parole un dispositivo in grado di generare la tensione di rete prelevando energia da una batteria. Anche coloro che non hanno mai avuto a che fare con simili prodotti possono facilmente intuirne l'utilizzo, ovvero rendere disponibile una tensione alternata a 220 volt in ambienti non serviti dall'ENEL. Gli impieghi tipici sono perciò in auto, nei camper, nelle barche, in case isolate, eccetera. Non tutti però conoscono le varie tecnologie utiliz-

di Sandro Reis



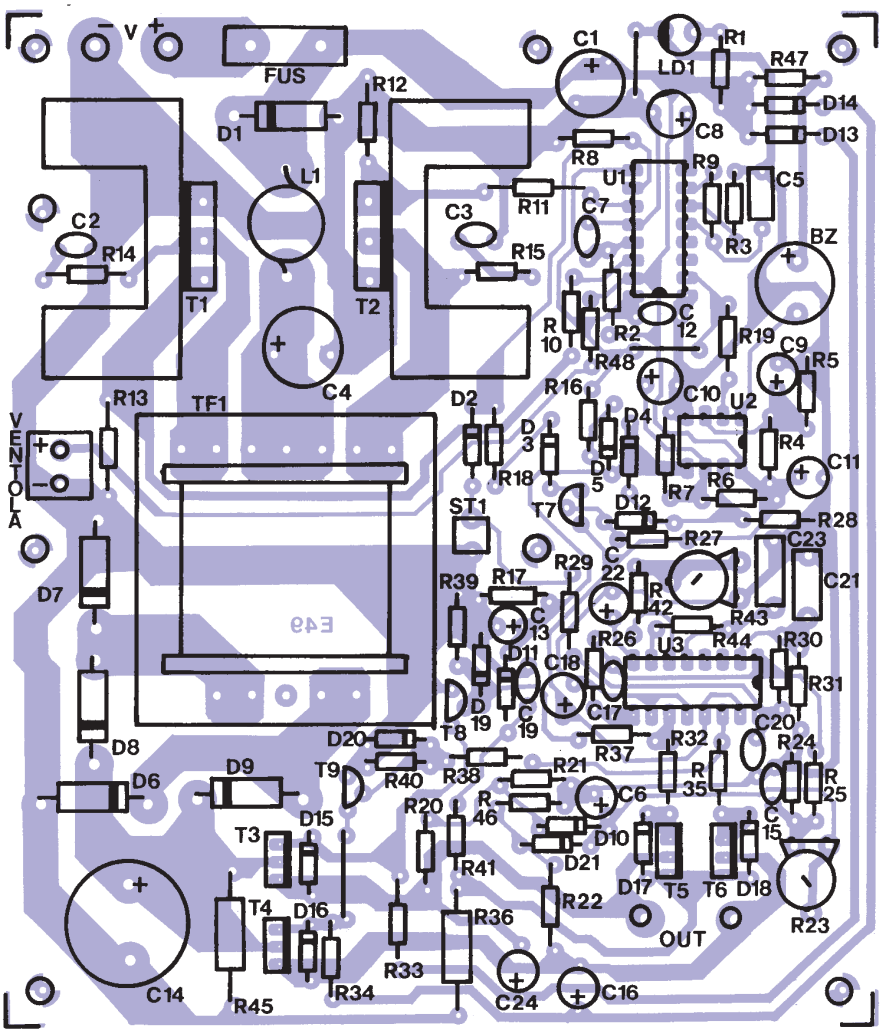
zate per realizzare questi dispositivi. Nel nostro caso, la tecnologia impiegata è quella della modulazione della lunghezza degli impulsi meglio conosciuta come PWM, (Pulse Width Modulator). Solo con questa tecnica è possibile realizzare in modo semplice e in uno spazio minimo un inverter così potente. La tecnica PWM consente, inoltre, rendi-



Schema elettrico dell'inverter da 250 watt continui realizzato con tecnologia PWM.

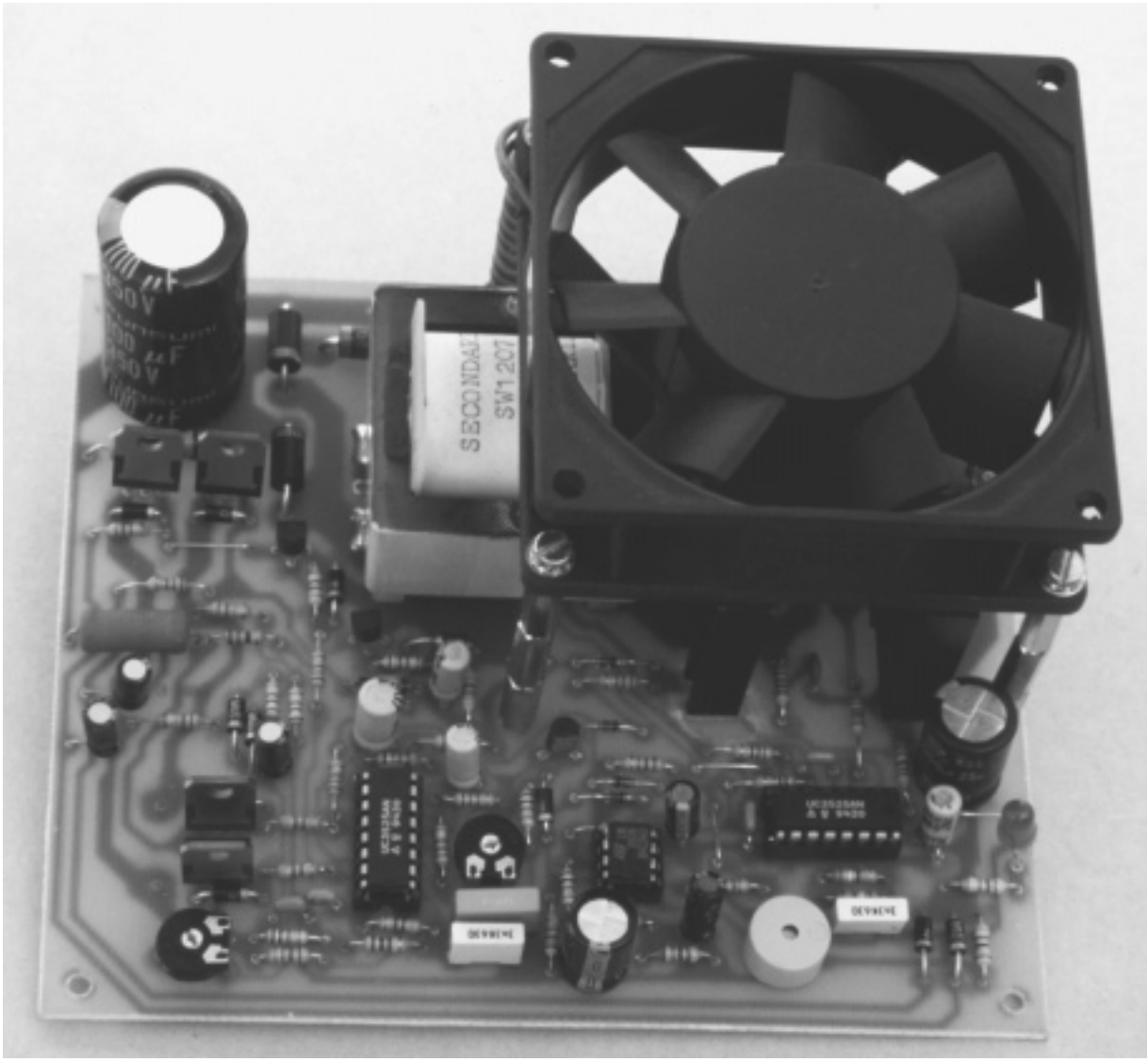
menti altissimi, superiori al 90%, e assorbimenti di corrente a riposo molto bassi, dell'ordine del centinaio di milliampère. Il nostro circuito genera una forma d'onda molto simile a quella di rete, tanto da venir denominata, in gergo tecnico, onda sinusoidale modificata (modified sinevawe). Quest'ultima è adatta ad alimentare qualsiasi appa-

Il cablaggio



COMPONENTI
R1: 1,5 Kohm
R2: 1 ohm
R3: 3,9 Kohm
R4: 6,8 Kohm
R5: 6,8 Kohm
R6: 10 Kohm
R7: 4,7 Kohm
R8: 1 Kohm
R9: 39 ohm
R10: 22 ohm
R11: 22 ohm
R12: 10 Kohm
R13: 10 Kohm
R14: 10 ohm
R15: 10 ohm
R16: 1 Kohm
R17: 1,5 Kohm
R18: 2,2 Kohm
R19: 1 Kohm
R20: 330 Kohm
R21: 5,6 Kohm
R22: 330 Kohm
R23: 47 Kohm trimmer
R24: 10 Kohm
R25: 1 Kohm
R26: 18 Kohm
R27: 10 Kohm
R28: 5,6 Kohm
R29: 1,5 Kohm
R30: 4,7 Kohm
R31: 2,7 Kohm
R32: 4,7 Kohm
R33: 2,2 Kohm
R34: 2,2 Kohm
R35: 4,7 Kohm
R36: 1 ohm 5 watt
R37: 2,2 Kohm
R38: 2,2 Kohm
R39: 5,6 Kohm
R40: 5,6 Kohm
R41: 680 ohm
R42: 27 Kohm
R43: 47 Kohm trimmer
R44: 3,3 Kohm
R45: 180 Kohm 3 watt
R46: 5,6 Kohm
R47: 47 ohm
R48: 10 ohm
C1: 470 µF 50 V elettr.
C2: 10 nF ceramico
C3: 10 nF ceramico
C4: 1000 µF 50V elettr.
C5: 3,3 nF poliestere
C6: 1 µF 25V elettr.
C7: 100 nF ceramico
C8: 10 µF 16V elettr.
C9: 22 µF 16V elettr.
C10: 1 µF 16V elettr.
C11: 220 µF 50V elettr.
C12: 100 nF ceramico
C13: 10 µF 16V elettr.
C14: 100 µF 350V elettr.
C15: 100 nF ceramico
C16: 4,7 µF 50V elettr.
C17: 10 nF ceramico
C18: 47 ”F 50V elettr.
C19: 100 nF ceramico
C20: 100 nF ceramico
C21: 3,3 nF poliestere
C22: 10 µF 16V elettr.
C23: 220 nF poliestere
C24: 4,7 µF 50V elettr.
D1: BY254
D2: 1N4148
D3: 1N4148
D4: 1N4148
D5: 1N4148
D6: BY399

recchio funzionante a 220 volt, compresi i computer. Nel progettare l'inverter si è badato anche all'affidabilità del prodotto finito, a tale scopo sono state introdotte nel circuito le necessarie protezioni in corrente ed in temperatura. La prima, per salvaguardare l'inverter da un eventuale corto circuito o da un eccessivo assorbimento sui morsetti di uscita; la seconda, per proteggere i mosfet da un eccessivo innalzamento termico. A tale proposito, abbiamo dotato l'inverter di una piccola ventola di raffreddamento che mantiene molto bassa la temperatura anche nelle condizioni di funzionamento più gravose. In questo modo il rendimento (che potrebbe calare notevolmente a causa dell'in-

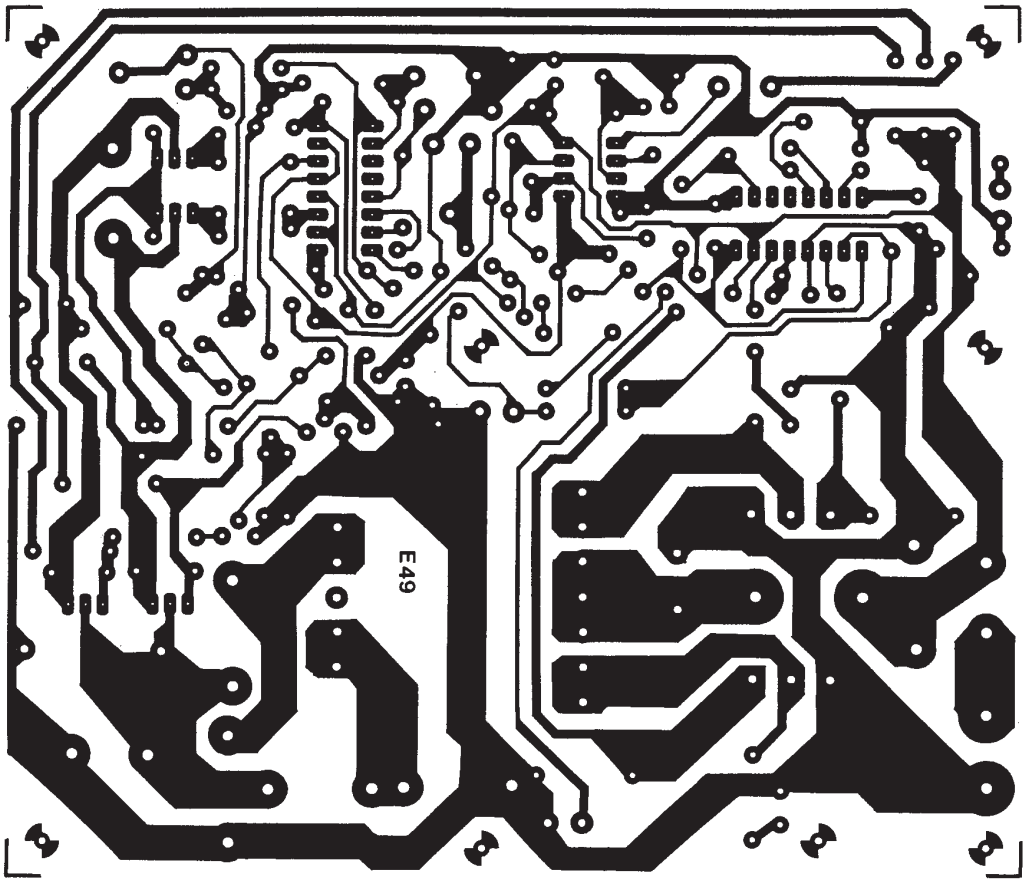


D7: BY399
D8: BY399
D9: BY399
D10: 1N4007
D11: diodo al germanio
D12: 1N4007
D13: 1N4007
D14: 1N4007
D15: 1N4007
D16: 1N4007
D17: 1N4007
D18: 1N4007
D19: 1N4007
D20: 1N4007
D21: 1N4007
T1: STH75N06
T2: STH75N06
T3: IRF840
T4: IRF840
T5: IRF840
T6: IRF840
T7: BC547
T8: MPSA44
T9: MPSA44
U1: SG3525
U2: LM393
U3: SG3525
FUS: fusibile 30 A
L1: bobina (vedi testo)
LD1: led rosso
ST1: sensore temperatura
BZ: buzzer 12 V
TF1: trasformatore elevatore cod. SW1207

Varie:
- Zoccolo 4+4 pin
- Zoccolo 8+8 pin (2 pz.)
- Dissipatore ML33 (2 pz.)
- Faston da c.s. (2 pz.)
- Distanziali DM50 (4 pz.)
- Vite 3MA 8 mm (6 pz.)
- Dado 3MA (6 pz.)
- Morsetto 2 poli
- C.S. cod. E49

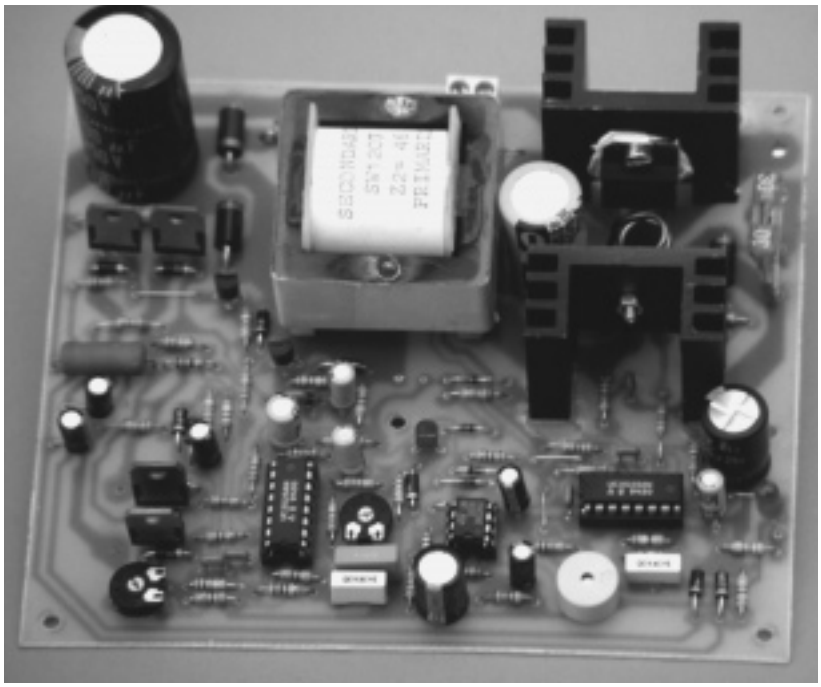
nalzamento termico dei mosfet) resta costante. Infine, per tutelare la batteria, abbiamo dotato il circuito di uno stadio di protezione che segnala (tramite un buzzer) quando la tensione continua è insufficiente e che addirittura blocca il funzionamento dell'inverter se la tensione cala ulteriormente. Entriamo subito nel vivo del progetto osservando lo schema elettrico dell'inverter. Partiamo dallo stadio di ingresso, dal chopper insomma, in cui lavorano i due mosfet T1 e T2, l'integrato U1, ed il trasformatore TF1. Il compito di questa sezione è di generare una tensione alternata, a circa 30 KHz, per presentarla poi al primario di TF1 che provvederà ad elevarla. Per fare ciò sono stati

circuito stampato in scala 1:1

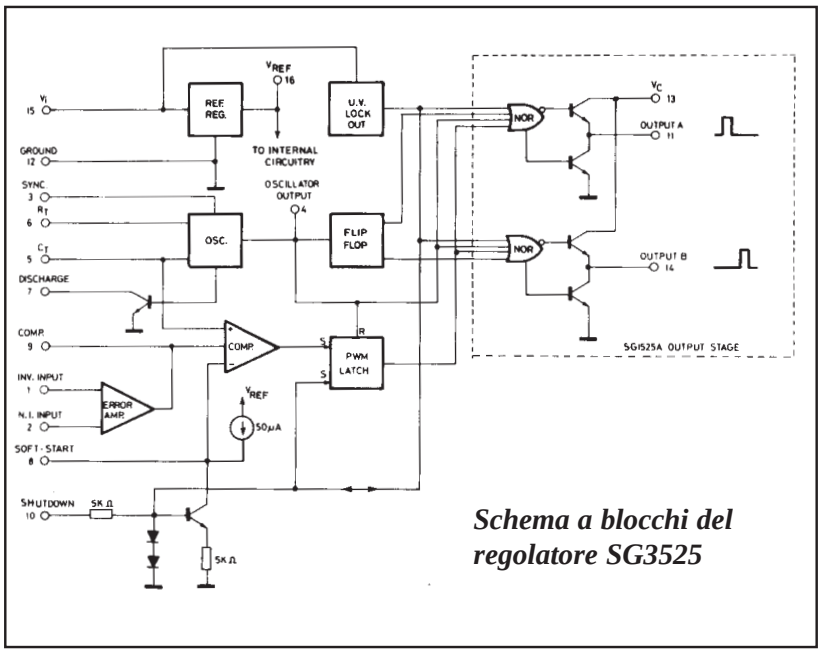


utilizzati due mosfet di potenza, per la precisione due STH75N06 capaci di reggere una corrente continua di ben 75 ampère (300 nei picchi) ed una tensione di 60 volt. I due mosfet, indicati nello schema con le sigle T1 e T2, presentano una resistenza drain-source in conduzione molto bassa (0,014 ohm) che consente di minimizzare le perdite di questo stadio. Le reti R/C, composte da R14/C2 e da R15/C3 servono per eliminare gli "spike" dovuti alla componente induttiva del trasformatore. Il filtro formato da L1 e da C4 impedisce, invece, ai disturbi di commutazione di raggiungere gli altri stadi dell'inverter. I due mosfet T1 e T2 vengono pilotati dall'integrato U1, un SG3525, che rappresenta uno dei due driver PWM presenti nel circuito del nostro inverter. L'integrato U1 viene utilizzato come oscillatore con duty-cycle fisso, e la frequenza di oscillazione viene stabilita dalla resistenza R3 e dalla rete composta da R9 e da C5. Portando il pin 10 di U1 ad una tensione superiore a 2,5 volt viene bloccata l'oscillazione dei mosfet T1 e T2 e conseguentemente il funzionamento di tutto l'inverter. A questo pin fanno perciò capo tutte le protezioni, a partire da quella termica controllata dal sensore ST1. Quest'ultimo viene installato sullo stesso dissipatore dei mosfet e risulta chiuso nelle normali condizioni di lavoro e aperto se rileva una temperatura superiore ad 80 gradi centigradi. Le altre protezioni implementate fanno capo all'integrato U2, un LM393 che contiene due comparatori di tensione. Uno di questi viene utilizzato, pin 1 di U2, per attivare il buzzer quando la tensione della batteria scende sotto i 10,2 volt. All'ingresso invertente pin 2 viene applicata la tensione di riferimento di 5,1 volt disponibile sul pin 16 di U1. All'ingresso non invertente (pin 3) viene applicata la tensione della batteria tramite il partitore R4/R5. In questo modo l'uscita presenta normalmente un livello alto e il buzzer risulta spento; al contrario, quando la tensione scende sotto i 10,2 volt l'integrato commuta attivando il buzzer attraverso R47. Il secondo comparatore di U2 viene utilizzato per bloccare l'inverter se la tensione cala ulteriormente. Si evita così di danneggiare irreparabilmente la batteria che non deve mai essere scaricata completamente. Se la tensione della batteria scende sotto gli 8,5 volt, l'uscita del secondo comparatore (pin 7) passa da un livello logico basso ad uno alto e va a chiudere il T7 che a sua volta blocca l'oscillazione di U1. Tramite il diodo D4, la tensione di uscita viene applicata all'ingresso non invertente, in

questo modo anche se la tensione sale sopra gli 8,5 volt il blocco rimane. Occorre a questo punto scollegare la batteria e ricollegarne una nuova e carica. L'inverter dispone anche di un circuito di protezione in corrente che interviene quando la corrente assorbita dal carico supera un determinato valore. Tale circuito fa capo alla resistenza di caduta R36 ed alla rete R41 e D11. Anche in questo caso la protezione agisce sul piedino 10 dell'integrato U1. Questo interviene anche nel caso di corto circuito tra i morsetti di uscita. Dopo aver visto come funzionano le protezioni, torniamo alla sezione di potenza. La tensione alternata a 30 Khz presente sul secondario del trasformatore elevatore viene raddrizzata dal ponte di diodi veloci contraddistinti dalle sigle D6÷D9: si tratta di quattro diodi BY399 il cui rendimento anche alle alte frequenze è molto buono. La tensione viene quindi resa perfettamente continua dal condensatore elettrolitico C14 ai capi del quale è presente a vuoto una tensione continua di circa 300 volt che scende a circa 250 volt nelle condizioni di carico massimo. La tensione continua viene applicata all'uscita dell'inverter tramite un particolare circuito formato da quattro mosfet di potenza che vengono fatti lavorare a due a due alternativamente. In questo modo è possibile ottenere una tensione alternata; ovviamente la frequenza di commutazione è esattamente di 50 Hz. Il valore massimo delle due semionde coincide (a meno della caduta drain-source dei mosfet) con la tensione continua presente ai capi del condensatore C14. E' evidente perciò che se nel circuito non fosse presente uno stadio di regolazione, la tensione alternata di uscita varierebbe in funzione del carico applicato all'inverter. L'unico sistema per ottenere una tensione costante è quello di modificare la durata degli impulsi di controllo dei mosfet. In assenza di carico, con una tensione continua di circa 300 volt, gli impulsi presentano una durata di circa 6 msec che aumenta a mano a mano che l'inverter viene caricato fino al valore massimo di poco inferiore ai 10 msec. A questa regolazione provvede l'integrato U3 a cui giunge, tramite la rete che fa capo ai piedini 1 e 9, una piccola porzione della tensione di uscita. In

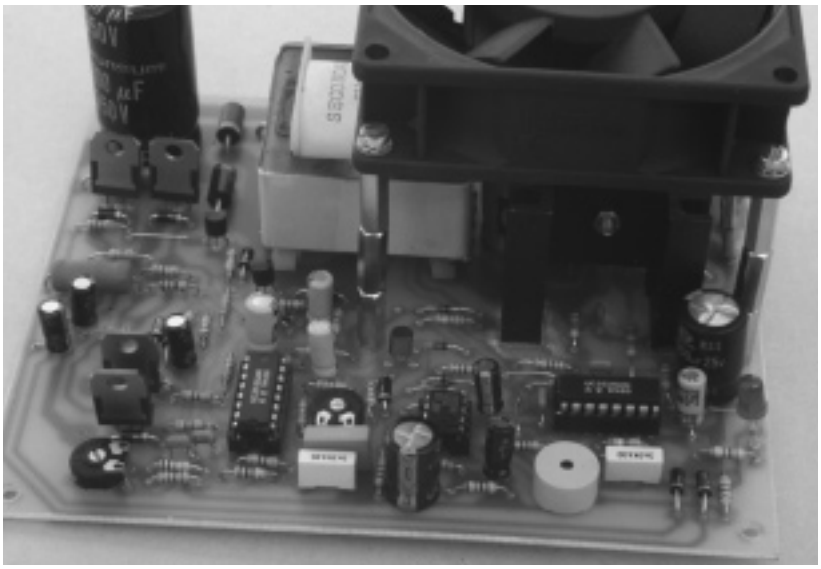


questo caso l'integrato U3 si comporta come vero e proprio regolatore PWM allargando e ristringendo l'impulso di uscita, ovvero i periodi di conduzione dei mosfet. Questi ultimi vengono controllati direttamente dalle uscite 11 e 14 dell'SG3525. I transistor T8 e T9 sfasano di 180 gradi il segnale di controllo. Così facendo durante una semionda conducono i mosfet T4 e T5 mentre durante la seconda semionda risultano in conduzione i mosfet T3 e T6. Nel nostro caso vengono utilizzati dei mosfet (IRF840) in grado di lavorare con una tensione massima di 500 volt e con una corrente di 4 ampère. La rete formata da C23, R42, R43 ed R44 controlla la frequenza di oscillazione del PWM. Il segnale di retroazione può essere controllato mediante il trimmer R23, in modo da ottenere la miglior compensazione possibile. La ventola è sempre in funzione e viene alimentata dalla tensione della batteria tramite la



Schema a blocchi del regolatore SG3525

Sei un appassionato di elettronica e hai scoperto solo ora la nostra rivista? Per ricevere i numeri arretrati è sufficiente effettuare un versamento sul CCP n. 34208207 intestato a VISPA snc, v.le Kennedy 98, 20027 Rescaldina (MI). Gli arretrati sono disponibili al doppio del prezzo di copertina (comprensivo delle spese di spedizione).



resistenza R48. Il led LD1 segnala quando il dispositivo è alimentato.

Bene, completata l'analisi del circuito passiamo ora alla realizzazione pratica del nostro inverter. Allo scopo occorre per prima cosa realizzare la basetta utilizzando la traccia rame riportata nell'articolo. Procedere poi alla saldatura dei componenti seguendo la solita successione logica: prima quelli a basso profilo poi man mano quelli a più alto profilo. Per ultima va montata la ventola utilizzando quattro distanziali. Per la taratura è necessario collegare innanzitutto la batteria utilizzando un cavo di diametro adeguato. Regolate a metà corsa tutti i trimmer e collegate all'uscita un frequenzimetro ed un tester (è anche possibile utilizzare un oscilloscopio). Regolate a questo punto il trimmer R43 in modo da ottenere una frequenza di 50 Hz esatti ed il trimmer R23 per avere in uscita una tensione a vuoto di 230÷240 volt. Applicate quindi un carico di un centinaio di watt e ritoccate leggermente il trimmer. Per il particolare modo di funzionamento del circuito di regolazione, è probabile che la tensione anziché diminuire subisca un leggero incremento; in questo caso regolate il trimmer in modo che la tensione scenda a 230 volt. Verificate infine che, applicando un carico di 250 watt, la tensione di uscita non scenda sotto i 210÷215 volt. Lasciate l'inverter in funzione per una decina di minuti e controllate che la temperatura del trasformatore e quella dei mosfet T1 e T2 non superi i 40÷50 gradi. I quattro mosfet di uscita non necessitano di alcun dissipatore in quanto la corrente che fluisce attraverso questi componenti è decisamente più bassa (poco superiore ad 1 ampère). Controllate anche, applicando una tensione continua di tipo variabile in ingresso, che i due comparatori di tensione intervengano come previsto.

PER LA SCATOLA DI MONTAGGIO

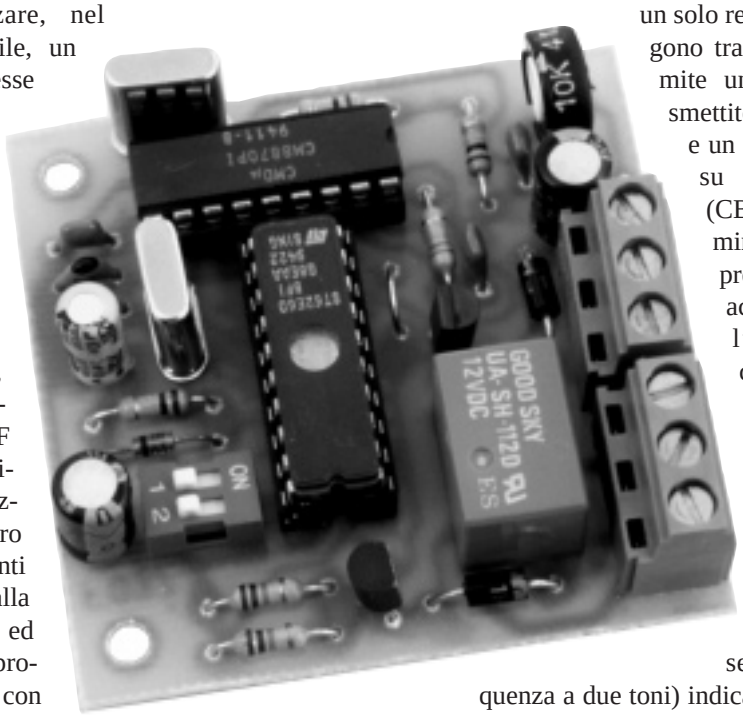
L'inverter PWM da 250 watt è disponibile in scatola di montaggio (cod. FT113K) al prezzo di 185.000 lire. Il kit comprende tutti i componenti, la basetta, il trasformatore, la ventola di raffreddamento e le minuterie. Il trasformatore in ferrite (cod. SW1207) è anche disponibile separatamente al prezzo di 30.000 lire. Il materiale va richiesto a: FUTURA ELETTRONICA, v.le Kennedy 96, 20027 Rescaldina (MI), tel. 0331/576139, fax. 0331/578200.

CHIAVE DTMF MONOCANALE

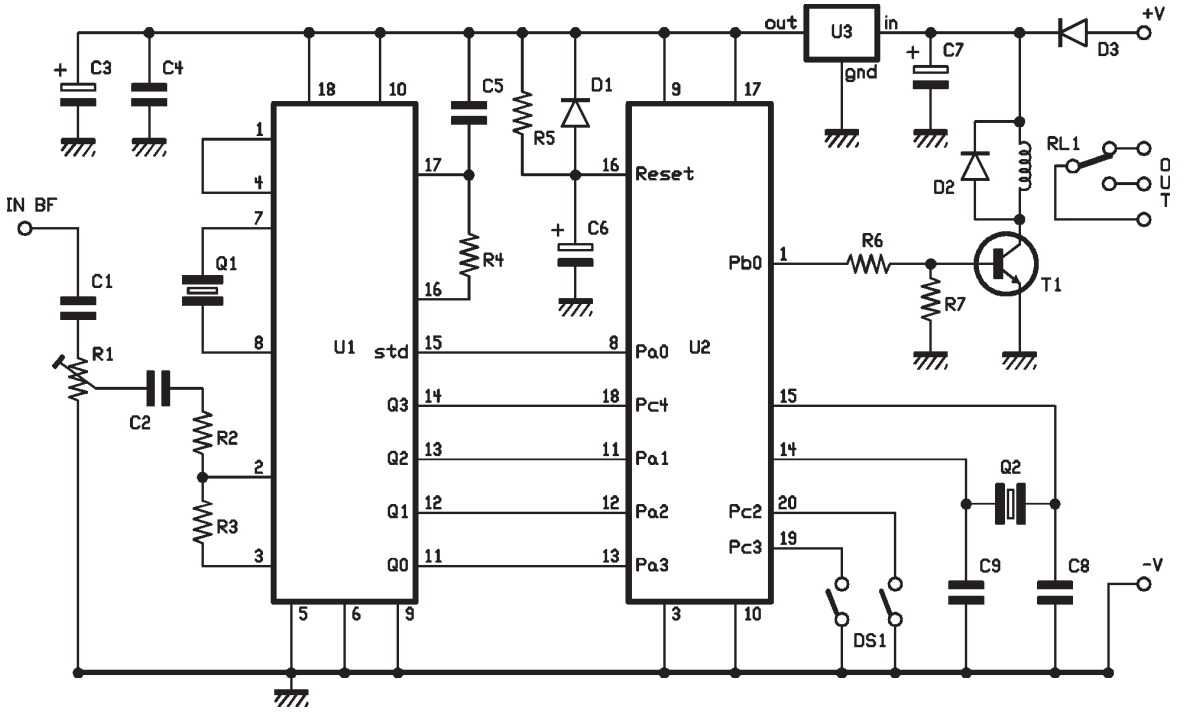
**Compatto telecontrollo DTMF in grado di accendere o spegnere a distanza, via radio, qualsiasi utenza elettrica.
Gestione a microcontrollore con ritenzione del codice di accesso in memoria non volatile. Disponibile in scatola di montaggio.**

di Carlo Vignati

Rieccoci a parlare di chiavi DTMF. Come sanno i nostri più affezionati lettori, già nello scorso numero della rivista abbiamo affrontato questo argomento presentando una chiave DTMF estremamente completa a 4/8 canali. In quell'articolo ci siamo posti il problema di realizzare, nel miglior modo possibile, un telecontrollo che potesse funzionare sia abbinato ad una linea telefonica sia ad un apparato radio e che fosse dotato di un discreto numero di canali di uscita. Oggi, invece, ci poniamo il problema opposto, quello cioè di realizzare una chiave DTMF dotata di una sola uscita, un solo relè, utilizzando il minore numero possibile di componenti e badando soprattutto alla semplicità del circuito ed alla compattezza del prodotto. Ma procediamo con ordine rammentando ai lettori meno esperti che la scheda oggetto di questo articolo è un "telecontrollo monocanale via radio a chiave DTMF". Analizziamo meglio questa definizione. Il termine telecontrollo indica un dispositivo capace di controllare a distanza con segnali radio una qualsiasi apparecchiatura elettrica o elettronica. La scheda avrà quindi come ingresso un segnale audio a bassa frequenza e in uscita, essendo il nostro telecontrollo monocanale, un solo relè. Questi segnali vengono trasmessi a distanza tramite una coppia di ricetrasmettitori (o un trasmettitore e un ricevitore) funzionanti su qualsiasi frequenza (CB, VHF o UHF). Il termine "chiave" indica la presenza di un codice di accesso atto a garantire l'esclusività del comando. Solo chi conosce tale codice potrà accedere al controllo del relè e conseguentemente variarne lo stato. Infine, la sigla DTMF (Dual-tone multifrequency, segnalazione multifrequenza a due toni) indica lo standard di comunicazione utilizzato per trasmettere i codici. Il sistema DTMF viene largamente utilizzato nei telecontrolli per due motivi sostanziali, innanzitutto perché la maggior parte dei moderni apparati radio può generare dei toni



Schema elettrico



DTMF, in secondo luogo perché questi particolari toni, essendo in realtà dei bitoni, non possono essere prodotti dalla voce umana e non possono così dar luogo a false interpretazioni nel caso in cui sulla stessa linea di trasmissione viaggino sia i comandi DTMF sia dei segnali vocali. Bene, compreso ora quello che si vuole fare, vediamo un po' quali scelte sono state adottate per realizzare in pratica il dispositivo. La nostra nuova chiave monocanale ha come prerogative principali la semplicità e le dimensioni contenute, perciò abbiamo dovuto abbandonare la classica logica cablata, che avrebbe richiesto almeno cinque circuiti integrati, per orientarci verso un microcontrollore. Quest'ultimo doveva soddisfare due precise esigenze, ovvero doveva disporre al proprio interno di una memoria EEPROM e di un'unità di decodifica in DTMF. Purtroppo attualmente non esiste un micro di piccole dimensioni che soddisfi entrambe queste necessità. Siamo stati così costretti, nostro malgrado, a realizzare la nuova chiave con due integrati, per la precisione con un micro ST6260 e con un decoder DTMF tipo 8870. La scelta è caduta sull'ST6260 in quanto questo microcontrollore dispone di tutte le linee di I/O necessarie a soddisfare le nostre esigenze; in secondo luogo questo particolare micro ha al proprio interno una memoria EEPROM, cioè una memoria elettricamente programmabile in grado di trattenere i dati (nel nostro caso la chiave di accesso), anche in assenza della tensione di alimentazione. Il secondo integrato, ovvero l'8870, serve invece per convertire i toni DTMF in segnali digitali che possono così essere compresi dal micro.

SCHEMA ELETTRICO

Ma entriamo nel vivo del progetto e diamo un' occhiata allo schema elettrico che, come si può notare, è veramente ridotto all'osso: due integrati con un minimo di componenti attorno per farli funzionare, un regolatore di tensione e un relè. Il micro, contraddistinto nello schema come U2, viene alimentato con una tensione di 5 volt tra i piedini 9 (Vdd) e 10 (Vss). Esso necessita per funzionare di un quarzo (Q2 nello schema) collegato ai pin 14 e 15, rispettivamente OSCin e OSCout, e di una rete RC, composta da R5 e da C6, connessa al pin 16 (reset). Il quarzo serve per generare, unitamente all'oscillatore contenuto nel micro, il clock di sistema che consente di "far girare" il programma contenuto nel micro stesso. La rete RC serve invece per costringere il micro ad eseguire l'istruzione numero 1 all'atto della prima accensione. Il pin 17 del microcontrollore, che rappresenta l'ingresso di interruzione non mascherabile, non viene utilizzato in questa applicazione e perciò deve essere tenuto al +5 volt; al contrario il pin 3 (TEST) deve sempre essere collegato a massa. L'uscita della scheda è rappresentata dal relè RL1 che viene controllato dal pin 1 (PB0) del micro attraverso il transistor T1 e le due resistenze R6 e R7. Il PB0, che viene programmato dal software per funzionare come uscita push-pull, potrà assumere il valore di +5 volt (in questo caso il relè risulterà chiuso) oppure di 0 volt (relè aperto). Tutte le impostazioni della scheda dal codice di accesso, alla funzione di ripristino e di protezione vengono program-

CARATTERISTICHE TECNICHE

- **gestione tramite µC a 8 bit dotato di memoria non volatile;**
- **protocollo di comunicazione secondo lo standard DTMF;**
- **uscita a relè con portata massima dei contatti di 1 ampère;**
- **funzionamento del relè in on/off oppure ad impulso;**
- **chiave di attivazione a 5 toni (100.000 possibili combinazioni) impostabile dall'utente e ritenzione della stessa su memoria non volatile;**
- **possibilità di protezione della chiave;**
- **possibilità di modificare il codice di accesso a distanza;**
- **funzione di ripristino canale;**
- **alimentazione a 12 volt;**
- **assorbimento max di 50 mA.**

mate all'atto della prima installazione inviando al micro specifici toni di comando. Le uniche due impostazioni hardware sono affidate al dip-switch DS1 direttamente collegato ai piedini 19 e 20 del micro, ovvero al PC2 e al PC3. Queste due linee vengono configurate dal software per funzionare come ingressi con resistenze di pull-up. Così facendo il micro potrà distinguere se il dip è aperto (tensione sul pin di +5 volt dovuta alla resistenza interna) o chiuso (tensione di 0 volt). Il dip 1 di DS1 consente l'azzeramento della memoria EEPROM del micro mentre il dip 2 serve per selezionare il tipo di funzionamento del relè. Portando il dip 2 di DS1 a ON abilitiamo il funzionamento in on/off del relè; in questo caso il micro memorizza lo stato del relè ogni volta che riceve il corretto codice di accesso. Al contrario, portando il dip 2 di DS1 a OFF, selezioniamo il funzionamento impulsivo di RL1 e il relè viene chiuso solo per il tempo di 1 secondo. Analizziamo ora il secondo ed ultimo integrato implementato nella scheda, ovvero l'8870. Esso riceve in ingresso (pin 2) il segnale a bassa fre-

Il software

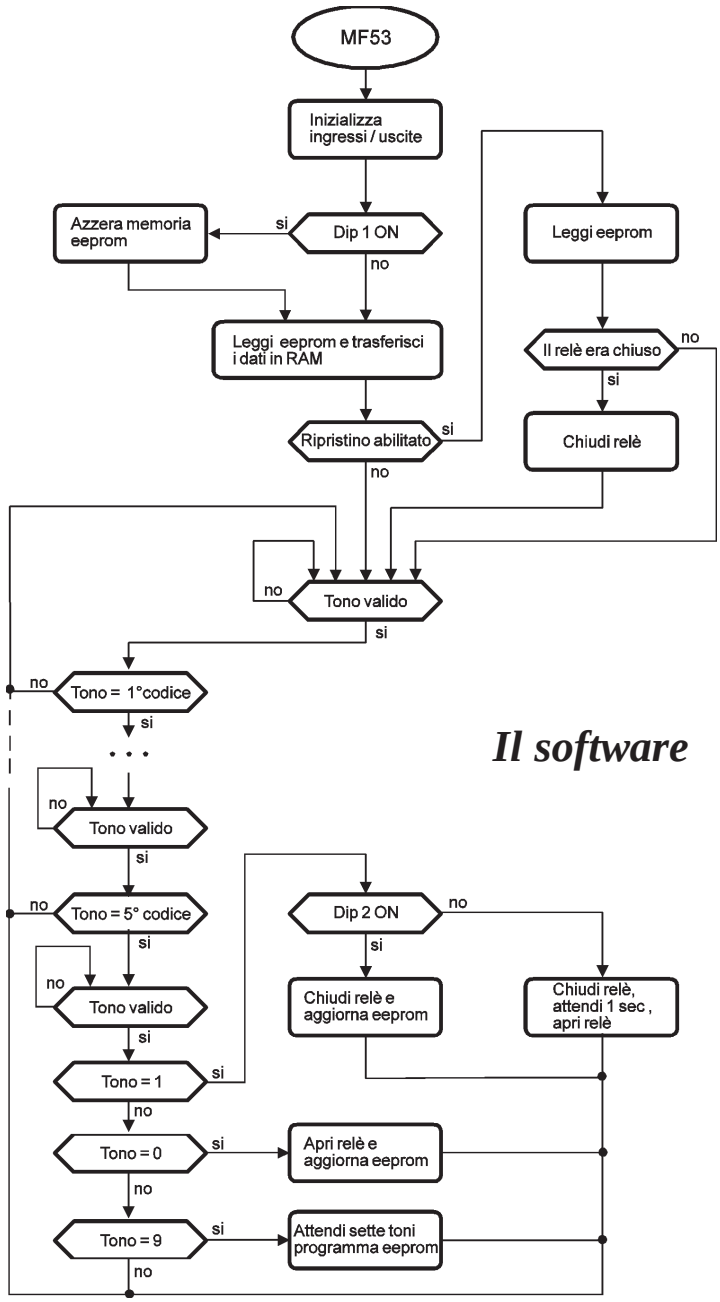
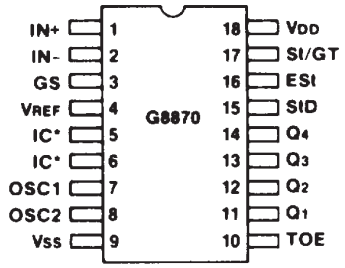


Diagramma di flusso del programma (cod. MF53) installato nel microcontrollore ST6260. Il software può essere scomposto in tre blocchi principali. Nel primo, di inizializzazione, il micro legge la memoria EEPROM ed eventualmente ripristina lo stato del relè. Nel secondo, di decodifica, il software attende nell'esatta sequenza la chiave di accesso. Nel terzo, di attuazione, il micro interpreta ed esegue i toni di comando.

L'integrato decoder DTMF 8870

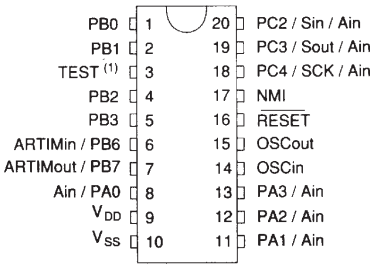
L'integrato 8870 trasforma i toni DTMF presenti sui pin di ingresso "IN+" o "IN-" in segnali BCD come da tabella sotto riportata. Il pin STD si porta a livello logico 1 quando l'integrato riconosce un tono valido. L'8870 necessita esternamente di un quarzo da 3.58 MHz.



FLOW	FHIGH	KEY	TOE	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1
697	1336	2	H	0	0	1	0
697	1477	3	H	0	0	1	1
770	1209	4	H	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1
852	1336	8	H	1	0	0	0
852	1477	9	H	1	0	0	1
941	1336	0	H	1	0	1	0
941	1209	*	H	1	0	1	1
941	1477	#	H	1	1	0	0
697	1633	A	H	1	1	0	1
770	1633	B	H	1	1	1	0
852	1633	C	H	1	1	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0
—	—	ANY	L	Z	Z	Z	Z
L = LOGIC LOW, H = LOGIC HIGH, Z = HIGH IMPEDANCE							

Il micro ST6260

La scheda utilizza il nuovo microcontrollore della SGS-Thomson siglato ST6260 che si addice a questa applicazione per due motivi sostanziali. In primo luogo per le ridotte dimensioni (contenitore a 20 piedini), in secondo luogo perché dispone di una memoria interna non volatile. Quest'ultima consente di impostare tutti i parametri operativi della chiave (codice di accesso, stato canale, ripristino e protezione) all'atto dell'installazione tramite una sequenza di toni DTMF. I dati vengono poi mantenuti in memoria anche in assenza della tensione di alimentazione: non è quindi richiesta alcuna batteria tampone. Per ulteriori informazioni su questo chip si può fare riferimento al nostro Corso di programmazione per micro ST626X giunto ormai alla quarta puntata.

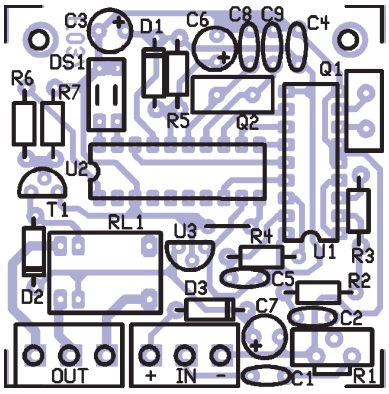


quenza applicato al morsetto "IN BF" attraverso il condensatore C2 e le resistenze R2 ed R3. Internamente l'8870 converte le note in impulsi digitali che, sotto forma di codice BCD, è disponibile sui pin di uscita Q0, Q1, Q2 e Q3 (rispettivamente piedini 11, 12, 13 e 14). Questi sono direttamente collegati alle porte A e C del micro (pin 13, 12, 11 e 18). Per evitare che il micro debba andare in continuazione a leggere le uscite dell'8870, viene utilizzato anche il pin STD (Delayed Steering Output) che risulta direttamente collegato al pin 8 (PA0) del micro. Quando l'uscita STD assume il valore di +5 volt significa che sul morsetto "IN BF" è presente un tono DTMF valido. Rammentiamo che per far funzionare correttamente l'integrato 8870 è necessario collegare tra i suoi pin 7 e 8 un quarzo da 3.58 MHz e tra i pin 16 e 17 una resistenza da 330 Kohm e un condensatore da 100 nF verso il +5 volt. Diamo ora uno sguardo alla sezione di alimentazione che fa capo al regolatore U3, un normale 78L05, e che impiega anche qualche condensatore di livellamento: C7, C3 e C4. Il diodo D3 protegge la scheda da eventuali inversioni di polarità della tensione di alimentazione.

IL SOFTWARE

Bene, a questo punto è necessario parlare del software che fa "girare" questa nuova chiave DTMF. Per fare ciò facciamo riferimento al diagramma di flusso del programma (cod. MF53) contenuto nel micro e riportato in figura. All'atto della prima accensione il microcontrollore inizializza le proprie linee di ingresso/uscita, ovvero stabilisce quali pin debbono funzionare come ingressi e in quale modo, e quali come uscite. In seguito verifica lo stato del dip 1 di DS1 e se questo è posto in ON azzera i dati contenuti nella memoria EEPROM e li trasferisce all'interno della memoria RAM in modo che siano disponibili per le elaborazioni successive. Successivamente, se la funzione di ripristino è attiva, va a leggere lo stato del relè, salvato nella EEPROM

Piano di cablaggio della chiave DTMF a 1 canale

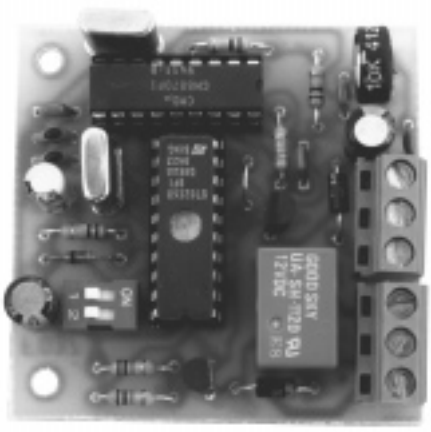


Il dip-switch DS1

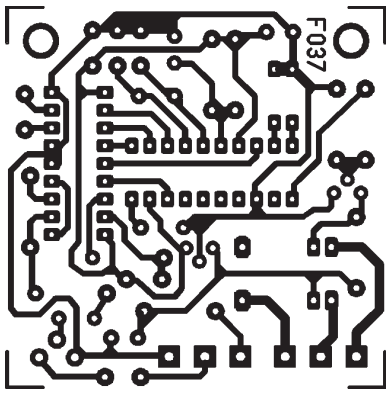
Tutte le impostazioni vengono effettuate via software durante l'inizializzazione della chiave. Le uniche eccezioni sono l'azzeramento della memoria EEPROM e la selezione del modo di funzionamento che vengono invece impostate via hardware mediante il dip-switch DS1. Quest'ultimo deve essere montato con la scritta ON rivolta verso l'integrato U2 in modo che i suoi poli assumano il seguente significato: il polo 1 portato a ON consente l'azzeramento della memoria EEPROM; il polo 2 posto a ON abilita il funzionamento in on/off del relè, mentre se portato a OFF seleziona il funzionamento impulsivo.

COMPONENTI

R1: 10 Kohm trimmer
R2: 100 Kohm
R3: 100 Kohm
R4: 330 Kohm
R5: 100 Kohm
R6: 15 Kohm
R7: 15 Kohm
(I resistori sono da 1/4W 5%)
C1: 100 nF multistrato
C2: 100 nF multistrato
C3: 100 µF 25 V elettr. rad.
C4: 100 nF multistrato
C5: 100 nF multistrato
C6: 1 µF 25 V elettr. rad.
C7: 100 µF 25 V elettr. rad.
C8: 22 pF ceramico
C9: 22 pF ceramico
D1: 1N4148
D2: 1N4002
D3: 1N4002
T1: BC547
U1: 8870
U2: ST62T60 (software MF53)
U3: 78L05
Q1: quarzo 3.58 MHz
Q2: quarzo 6 MHz
DS1: dip-switch 2 poli
RL1: relè miniatura 12 V
Varie:
- Zoccolo 9+9 pin
- Zoccolo 10+10 pin
- Morsetto 3 poli p. 5 mm (2 pz.)
- C.S. cod. F037



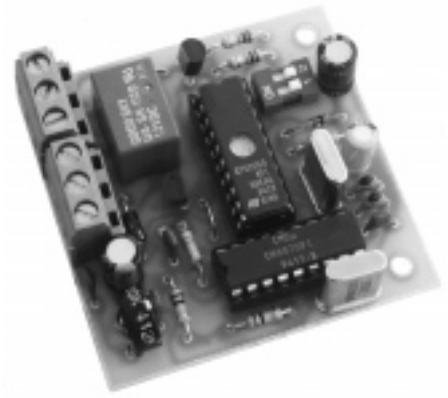
Il prototipo a montaggio ultimato



Circuito stampato in scala 1:1

prima dello spegnimento, e aggiorna lo stesso. Terminata tutta la procedura di inizializzazione, il software esegue il cosiddetto "main" o programma principale. Il main è di una semplicità estrema infatti il micro non fa altro che testare in continuazione, o meglio in loop, lo stato del pin STD dell'8870. Quando tale piedino va al +5 volt il programma legge il tono in formato BCD e lo confronta con quello in suo possesso. Se i due toni coincidono il microcontrollore incrementa il numero di cifre codificate, in caso contrario rientra nel "main". Questa operazione viene ripetuta per cinque volte perché tale è il numero delle cifre che compongono il codice. Se i cinque toni ricevuti in sequenza coincidono con quelli della chiave di accesso il programma gestisce la subroutine dei comandi. Qui il programma attende nuovamente un tono che deve essere o il numero 0, o l'1 oppure il 9, ed associa ad ognuno di questi numeri un diverso comando. Se il tono di comando risulta uguale a 1, il micro legge inizialmente lo stato del dip 2 di DS1 e in funzione dello stesso si comporta in due modi differenti. Se il dip è in ON, chiude il relè e aggiorna la EEPROM (funzionamento on/off), se invece il dip è a OFF chiude il relè attende un secondo e riapre il relè (funzionamento impulsivo). Il tono di comando 0 causa sempre l'apertura del relè e l'aggiornamento della memoria EEPROM. Il tono di comando 9 provoca invece l'ingresso nella routine di programmazione a distanza. Se la chiave risulta protetta il tono 9 viene ignorato, al contrario, se la protezione è disabilitata, è possibile effettuare la riprogrammazione del codice di accesso. In questo caso dovremo digitare in sequenza le nuove cinque cifre del codice, il tono di ripristino e quello di protezione. Vediamo di chiarire meglio il significato di queste due ultime opzioni. Il tono di ripristino potrà essere uguale a 1 se intendiamo attivare tale funzione, oppure uguale a 0 se la funzione non ci interessa. Rammentiamo che attivando il ripristino il programma commuta, all'accensione e automatica-

Promemoria per l'utilizzo della chiave



Funzionamento normale

Inviare alla scheda le cinque cifre del codice seguite dal tono 1 per chiudere il relè, dallo 0 per aprirlo, dal 9 per entrare in programmazione. Quest'ultimo tono viene gestito solo se la chiave non è protetta, altrimenti il comando viene ignorato.

Programmazione a distanza

- *Inviare alla scheda le cinque cifre del codice seguite dal tono 9;*
- *Inviare il tono 1 per attivare la funzione di ripristino oppure 0 per disattivare tale funzione;*
- *Inviare il tono 1 per proteggere la scheda oppure il tono 0 per consentire la riprogrammazione a distanza del codice di accesso.*

mente, il relè nello stato in cui si trovava prima dello spegnimento o di un eventuale black-out. Infine, il tono di protezione dovrà essere uguale a 0 se vogliamo mantenere la possibilità di riprogrammare a distanza il codice mentre dovrà essere uguale a 1 se intendiamo disabilitare questa funzione.

IL MONTAGGIO

A questo punto, ultimata anche l'analisi del software possiamo passare alla realizzazione del telecontrollo. Tutto il materiale può essere reperito in qualsiasi negozio di elettronica ad eccezione del microcontrollore che viene fornito già collaudato e programmato (cod. MF53) dalla ditta Futura Elettronica, tel. 0331-576139 la quale dispone anche del kit completo (vedi riquadro a pie' di pagina. Data la semplicità del circuito è anche possibile realizzare il circuito utilizzando una basetta millefori sotto la quale realizzeremo i collegamenti con degli spezzoni di conduttore. Tuttavia, al fine di ottenere un cablaggio ordinato e preciso, il sistema migliore resta sempre quello della fotoincisione. Allo scopo dovremo utilizzare la traccia rame riportata in scala 1:1 nell'articolo, fotocopiando il disegno su carta da lucido ed utilizzando la copia così realizzata come master. Dopo aver inciso la piastra dovremo realizzare i fori e procedere al montaggio seguendo la normale prassi, ovvero iniziando con l'inserimento dei componenti a più basso profilo e via via procedendo con quelli di maggiore dimensione. Ricordiamo anche di rispettare la polarità dei diodi e dei condensatori elettrolitici.

INIZIALIZZAZIONE E COLLAUDO

A montaggio ultimato la prima operazione da fare consiste nell'inizializzare la scheda. A tale scopo, collegate un generatore di toni DTMF o l'uscita altoparlante dell'apparato radio in vostro possesso all'ingresso "IN BF" della chiave. In funzione del livello del segnale disponibile, regolate il trimmer R1. Posizionate poi il dip 1 di DS1 a ON e date tensione alla scheda con un alimentatore in grado di fornire una tensione continua compresa tra 10 e 15 volt. Dopo qualche secondo il relè si deve chiudere per un istante a conferma dell'avvenuto azzeramento della memoria. Dopo aver riportato il dip 1 a OFF è possibile procedere ad un primo collaudo della scheda. Allo scopo, inviate per cinque volte il tono 0 seguito dal tono 1 verificando che il relè si chiuda per un secondo se il dip 2 è a OFF, oppure che rimanga chiuso se è a ON. A questo punto è possibile memorizzare nella scheda il proprio codice di attivazione. Inviate nuovamente per cinque volte il tono 0 seguito questa volta dal tono 9 che, come abbiamo visto precedentemente, abilita la programmazione. Digitate ora le cinque cifre del codice di accesso, seguite dal tono 1 se intendete abilitare la funzione di ripristino o dal tono 0 se tale funzione non vi interessa. Infine, inviate il settimo tono: 1 per proteggere la scheda o lo 0 per mantenere la riprogrammazione a distanza del codice. Se la scheda viene protetta il codice di accesso può essere variato solamente ripetendo completamente la fase di inizializzazione, compreso l'azzeramento della EEPROM. Bene, possiamo considerare conclusa la fase di impostazione del codice; possiamo perciò installare la scheda nel luogo prescelto collegando alla morsettiera di uscita l'utenza che si desidera controllare.

PER LA SCATOLA DI MONTAGGIO

Il telecontrollo DTMF a 1 canale è disponibile in scatola di montaggio (cod. FT111K) al prezzo di 65.000 lire. Il kit comprende tutti i componenti, la basetta serigrafata e le minuterie. La chiave DTMF può essere richiesta anche già montata e collaudata (cod. FT111M) al prezzo di 75.000 lire. Il solo microcontrollore già programmato con il software del telecontrollo (cod. MF53) è disponibile anche separatamente al prezzo di 35.000 lire. Il materiale va richiesto a: Futura Elettronica, v.le Kennedy 96, 20027 Rescaldina (MI), tel. 0331-576139.

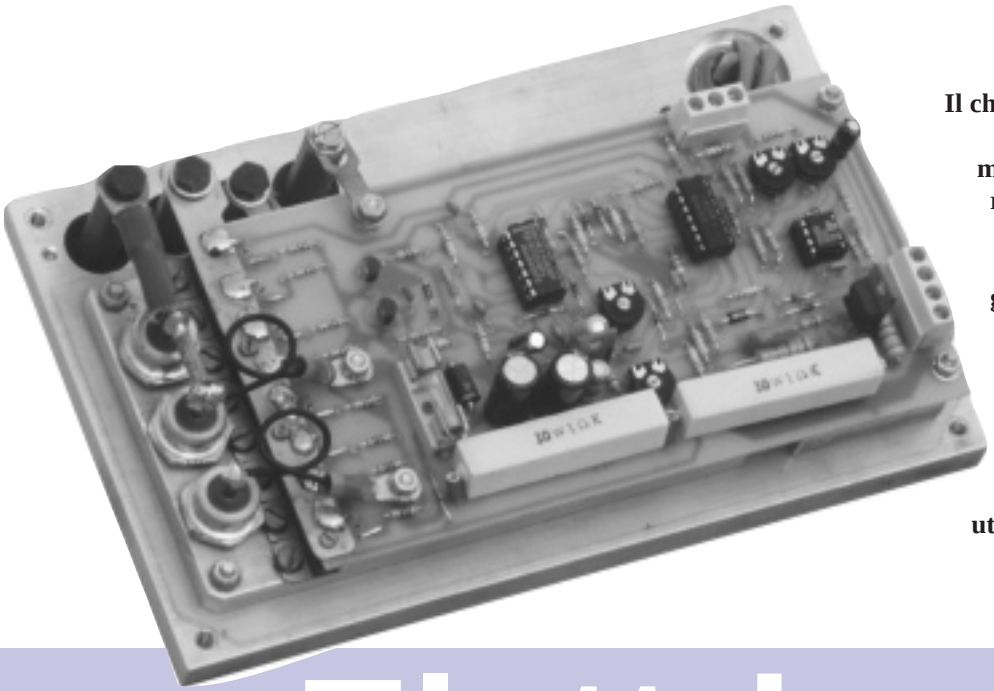
ESCLUSIVO

Motoretta elettrica in grado di raggiungere una velocità massima di 45 Km orari e di garantire un'autonomia di quasi 100 Km. Questo nuovo modello, che rappresenta l'evoluzione del ciclomotore presentato sul numero di settembre, dimostra come sia possibile ottenere dalla trazione elettrica delle prestazioni paragonabili a quelle di un motore a scoppio con un costo di esercizio decisamente più basso.

di Angelo Vignati

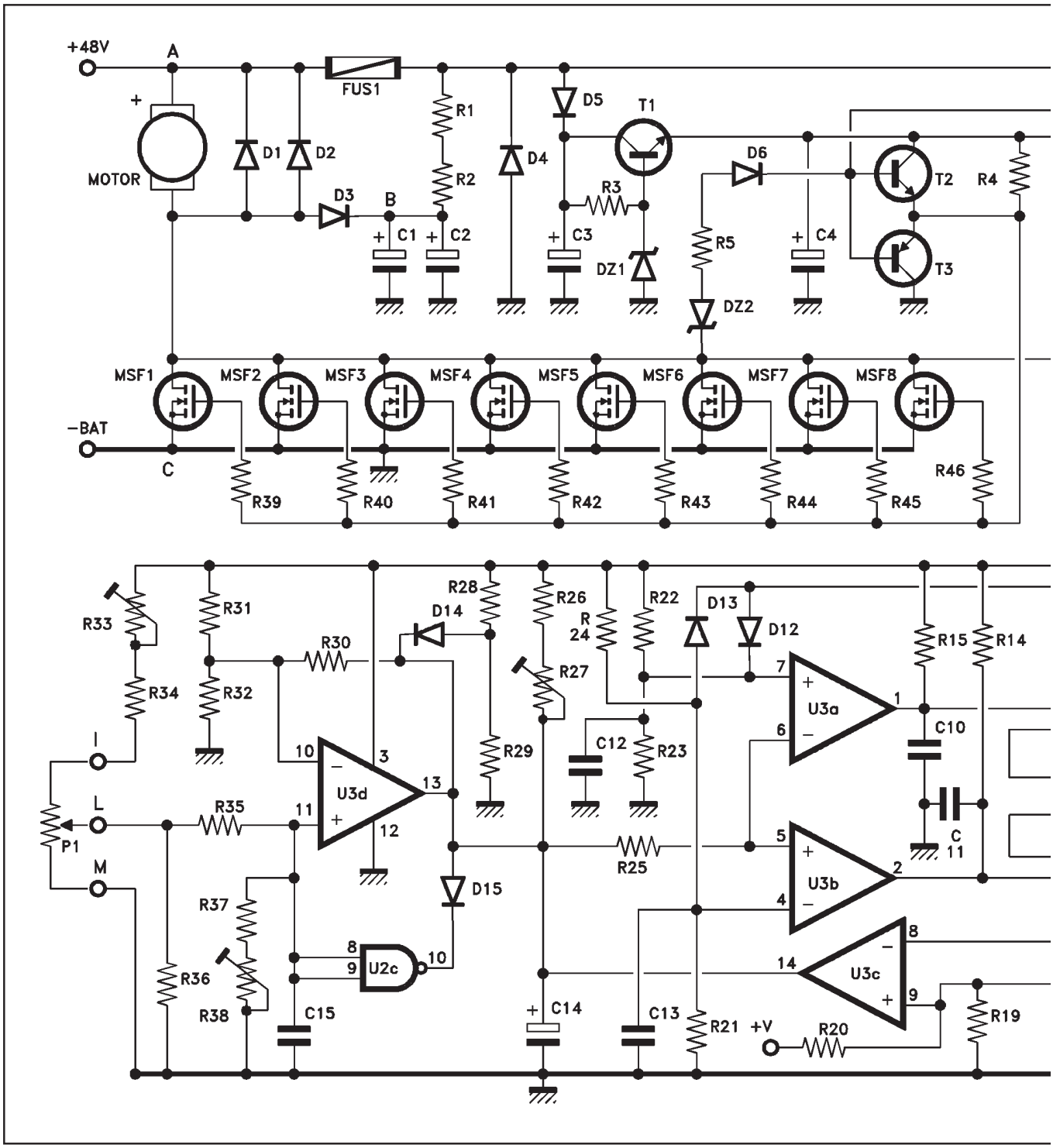
Motoretta

Come anticipato sul numero precedente della rivista, il travolgente successo ottenuto dal progetto del ciclomotore elettrico presentato sui fascicoli di settembre e ottobre ci ha indotti a proporre una realizzazione ancora più impegnativa, descritta in queste pagine. Si tratta del progetto di una vera e proprio moto elettrica in grado di raggiungere una velocità di oltre 45 chilometri orari con un'autonomia di quasi cento chilometri. A differenza di quello precedente, questo progetto ha carattere sperimentale in quanto il telaio e gli altri organi meccanici sono stati appositamente realizzati per questo scopo e dunque per poter circolare liberamente è necessario provvedere all'omologazione del mezzo presso la Motorizzazione Civile. Nel caso precedente, invece, trattandosi della trasformazione di un ciclomotore già omologato che non comporta alcuna modifica al telaio né un aumento di potenza del motore né un incremento di peso, non è necessario omologare nuovamente il mezzo. Ricordiamo, a beneficio di quanti avessero perso i precedenti numeri della rivista, che il ciclomotore a trazione elettrica descritto sui fascicoli di settembre e ottobre è in grado di raggiungere una velocità massima di 30 chilometri all'ora e dispone di un'autonomia di 50÷60 chilometri. Questi risultati sono stati ottenuti utilizzando un motore elettrico della potenza di 250 watt funzionante a 12 volt ed una batteria, sempre a 12 volt, da 38 Ampère/ora. Alla massima velocità il motore assorbe una corrente di 20 ampère per cui il ciclomotore è in grado di funzionare per quasi due ore percorrendo, in questo tempo, una distanza di 50÷60 chilometri. Per ottenere una maggiore autonomia è necessario utilizzare un "serbatoio" più capiente, ovvero una batteria di maggiore capacità. Ciò, evidente-

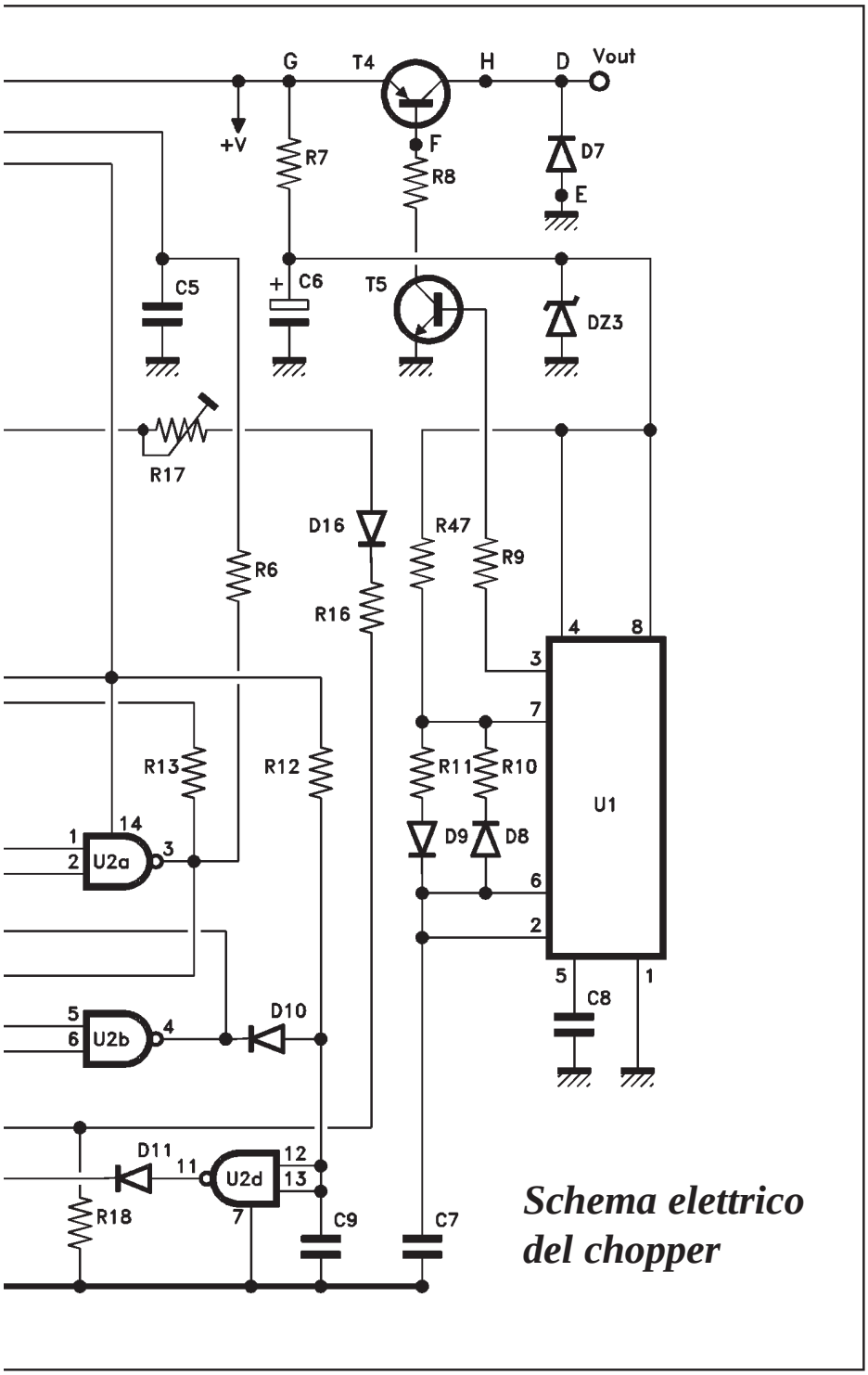


Il chopper, vero e proprio "cuore" della nostra motoretta, consente di regolare la velocità. Il circuito utilizza la tecnica PWM che garantisce un elevato rendimento ed una regolazione uniforme con coppia costante in qualsiasi condizione di lavoro. La sezione di potenza utilizza ben otto mosfet connessi in parallelo.

Elettrica



mente, comporta un aumento del peso del ciclomotore che, oltre un certo limite, rende il mezzo insicuro e difficile da guidare. Ad esempio, per raddoppiare l'autonomia del nostro ciclomotore, è necessario utilizzare una batteria da 80 A/h che pesa ben 30 chili: è evidente che tale batteria non può essere montata su un mezzo così leggero. Analogamente per incrementare le prestazioni velocistiche è necessario utilizzare un motore più potente: in questo caso l'aumento di peso dovuto al nuovo motore è irrisorio (la differenza tra un motore da 250 ed uno da 400 watt è di circa 1 chilogrammo) ma bisogna tenere conto che un motore più potente assorbe una corrente maggiore che va a discapito dell'autonomia. Nel nostro caso l'impiego di un motore da 400 watt consentirebbe al ciclomotore di raggiungere una velocità di quasi 50 chilometri l'ora ma comporterebbe una riduzione dell'autonomia di circa il

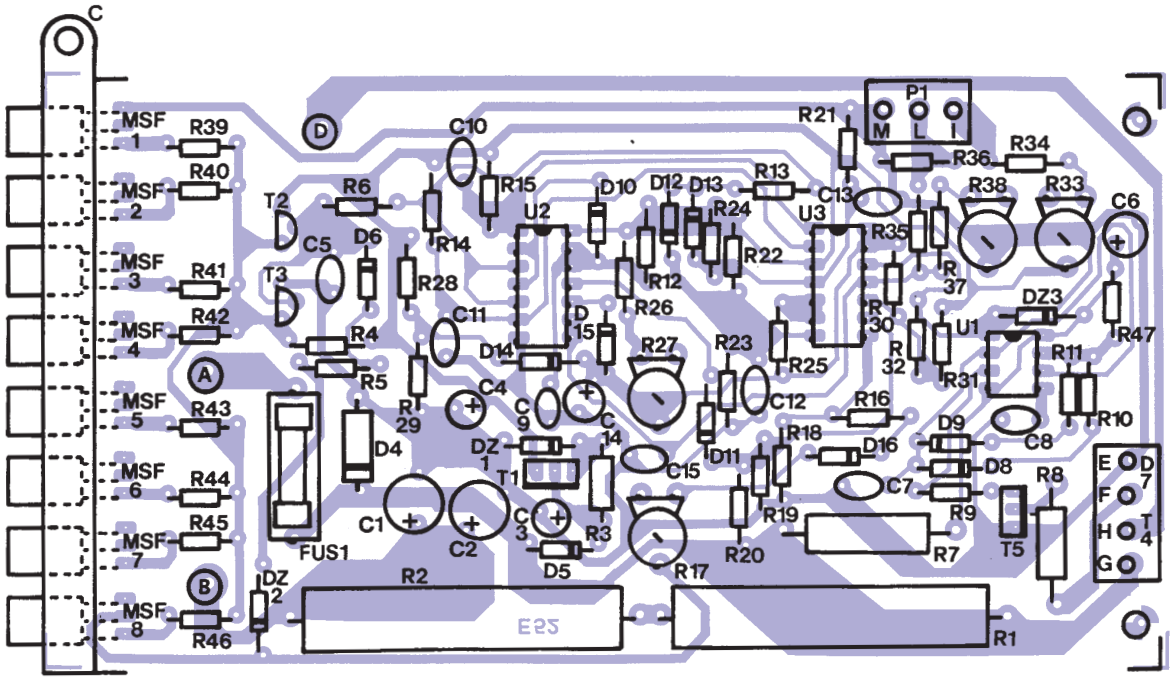


Schema elettrico del chopper

50%. E' evidente che le due caratteristiche sono strettamente legate tra loro: nel progettare qualsiasi veicolo a trazione elettrica bisogna dunque cercare il giusto compromesso tra velocità ed autonomia. Pertanto, quando - sollecitati dai lettori - abbiamo messo in cantiere questo nuovo progetto, abbiamo innanzitutto stabilito quale doveva essere il corretto rapporto tra queste due caratteristiche e siamo giunti alla conclusione che una motoretta a trazione elettrica per uso generico doveva garantire un'autonomia di almeno un centinaio di chilometri ed essere in grado di sviluppare una velocità di 40÷50 chilometri all'ora. Sulla base di queste considerazioni abbiamo dimensionato innanzitutto il motore: la scelta è caduta su elemento a 48 volt in grado di sviluppare una potenza di 400 watt a 4.700 giri. Questo motore, completo di termostato bimetallico ed elettroventilatore, è in grado di garantire una velocità di circa 45 chilometri all'ora; in pianura ed alla massima velocità l'assorbimento in corrente è di circa 10 ampère per cui, considerando le perdite, per ottenere un'autonomia di 100 chilometri le batterie debbono fornire un'energia di circa 1500 W/h. Nel nostro caso abbiamo utilizzato 4 elementi a 12 volt da 35 A/h ciascuno per complessivi 1.680 W/h. Le batterie sono ovviamente collegate in serie in modo da garantire una tensione di alimentazione di 48 volt. Completa il circuito elettrico della motoretta un chopper (regolatore di velocità) simile a quello già presentato sul fascicolo di ottobre ma studiato per funzionare con una tensione più alta. Entriamo ora nel merito del progetto occupandoci innanzitutto della parte mecccanica.

Per realizzare la nostra motoretta abbiamo utilizzato uno dei telai prodotti alcuni anni fa dalla ditta TGR di Ozzano Emilia; questi telai dovevano essere utilizzai per realizzare una piccola serie di motocicli a trazione elettrica; in effetti alcuni vennero realmente impiegati per questo scopo mentre altri furono commercializzati senza l'equipaggiamento elettrico. Il telaio da noi utilizzato dispone di un alloggiamento per le batterie e di altri accorgimenti che consentono di elettrificare facilmente il veicolo. Quanti sono intenzionati a costruire questa moto dovranno, osservando le foto ed i disegni, realizzare un telaio quanto più possibile simile al nostro, eventualmente adattando un telaio di recupero. I telai della TGR , infatti, non vengono più prodotti da alcuni anni. Indubbiamente è questo l'ostacolo maggiore nella realizzazione della nostra motoretta ma siamo certi che chi è veramente interessato al progetto saprà, magari con l'aiuto di un amico meccanico, superare anche queste difficoltà. Per quanto riguarda l'equipaggiamento elettrico, la nostra motoretta comprende un motore da 400 watt, le batterie - di cui abbiamo già parlato - ed il chopper che

Piano di cablaggio del chopper



COMPONENTI

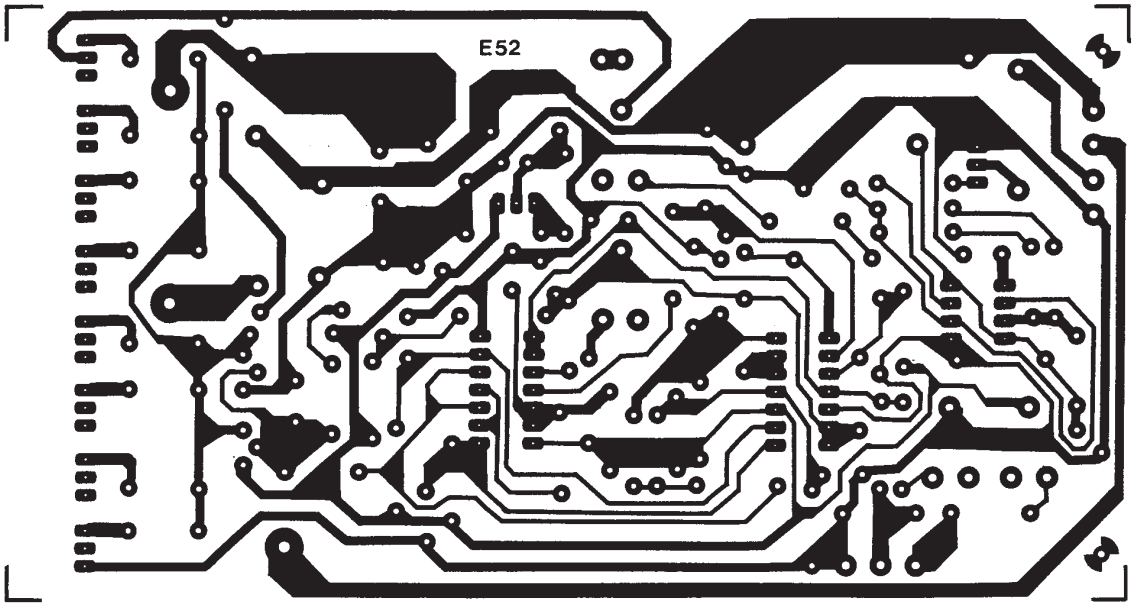
R1: 1 ohm 10 W
R2: 1 ohm 10 W
R3: 1 Kohm 1/2 W
R4: 33 Kohm
R5: 330 ohm
R6: 4,7 Kohm
R7: 1,8 Kohm 2 W
R8: 2,2 Kohm 2 W
R9: 470 ohm
R10: 820 Kohm
R11: 5,6 Kohm
R12: 100 Kohm
R13: 2,2 Kohm
R14: 100 Kohm
R15: 100 Kohm
R16: 100 Kohm
R17: 10 Kohm trimmer
R18: 3,3 Kohm
R19: 3,3 Kohm
R20: 100 Kohm
R21: 390 Kohm
R22: 470 Kohm
R23: 100 Kohm
R24: 100 Kohm
R25: 39 Kohm
R26: 2,2 Kohm
R27: 220 Kohm trimmer
R28: 22 Kohm
R29: 10 Kohm
R30: 2,2 Mohm
R31: 4,7 Mohm
R32: 330 Kohm
R33: 47 Kohm trimmer
R34: 1 Kohm
R35: 33 Kohm
R36: 10 Kohm
R37: 270 Kohm
R38: 1 Mohm trimmer
R39: 10 ohm
R40: 10 ohm
R41: 10 ohm
R42: 10 ohm
R43: 10 ohm
R44: 10 ohm
R45: 10 ohm
R46: 10 ohm
R47: 8,2 Kohm
P1: 2,2 Kohm (vedi testo)
(Le resistenze, salvo diversa indicazione, sono da 1/4 W)
C1: 220 µF 63 V elettr. rad.
C2: 220 µF 63 V elettr. rad.
C3: 10 µF 63 V elettr. rad.
C4: 22 µF 50 V elettr. rad.
C5: 1 nF ceramico
C6: 22 µF 50 V elettr. rad.
C7: 100 nF poliestere
C8: 100 nF multistrato
C9: 22 nF ceramico
C10: 100 pF ceramico
C11: 100 pF ceramico
C12: 47 nF multistrato

consente di regolare con continuità la velocità. Il motore a magneti permanenti utilizzato nel progetto presenta le seguenti caratteristiche:
- Tensione nominale: 48 volt;
- Corrente assorbita: 10 A (80A allo spunto);
- Potenza resa: 400 watt;
- Velocità di rotazione massima: 4.700 giri/min;
- Coppia massima: 1.1 Nm;
- Peso: 4,5 Kg.

Il motore dispone di un doppio sistema di ventilazione (ventola applicata all'indotto ed elettroventilatore applicato allo scudo posteriore) che garantisce un ottimo raffreddamento ed un rendimento costante in tutte le condizioni di lavoro. L'elettroventilatore, che ha un assorbimento limitato (solo 3,5 watt), viene azionato automaticamente da un sensore termico che entra in funzione quando la temperatura supera i 50 gradi. Il motore è prodotto dalla ditta Polymotor di Genova.

Il "serbatoio" della nostra motoretta comprende quattro batterie al piombo di tipo completamente ermetico, senza alcuna perdita di vapore acido o acqua. E' anche possibile utilizzare le più economiche batterie al piombo per avviamento. Le batterie da noi utilizzate hanno una capacità di 35A/h e pesano 11,8 Kg ciascuna per complessivi 47 chilogrammi. Ovviamente le batterie sono collegate in serie tra loro per ottenere i 48 volt necessari al funzionamento del motore. La ricarica può essere effettuata mediante un semplice alimentatore dalla rete luce in grado di erogare una corrente di almeno 3÷5 ampère in modo da ottenere la comple-

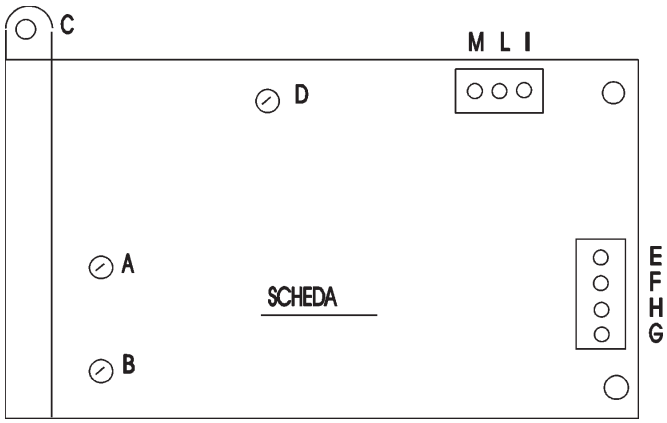
Traccia rame in scala 1:1

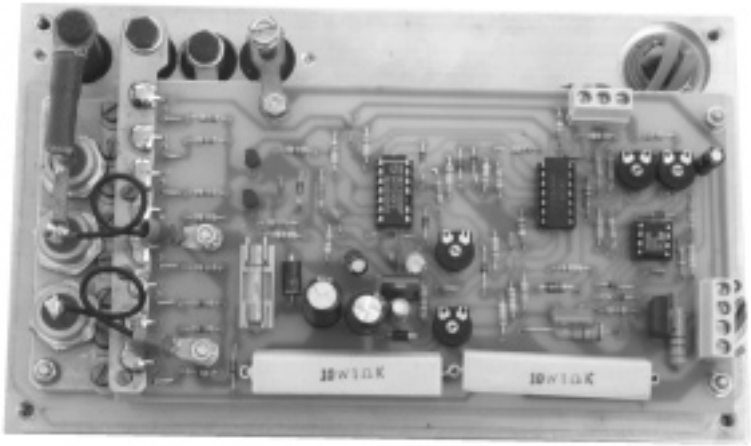


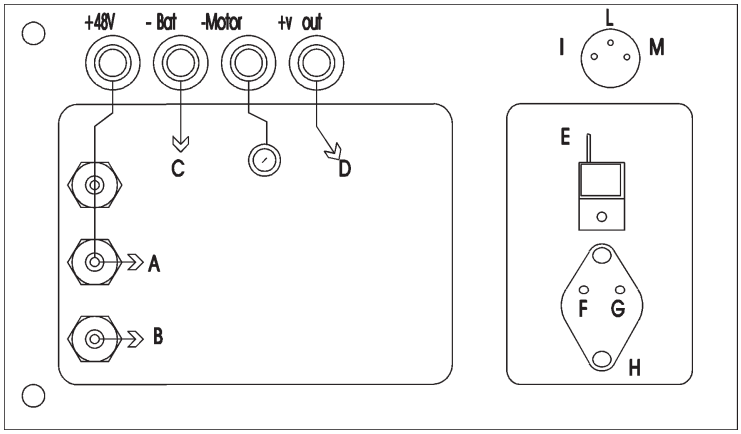
C13: 22 nF ceramico
C14: 10 µF 50 V elettr. rad.
C15: 100 nF multistrato
D1: 72HFR60
D2: 72HFR60
D3: 72HFR60
D4: BY254
D5: 1N4004
D6: 1N4148
D7: BYW80
D8: 1N4148
D9: 1N4148
D10: 1N4148
D11: 1N4148
D12: 1N4148
D13: 1N4148
D14: 1N4148
D15: 1N4148
D16: 1N4004
DZ1: zener 10 V 1/2 W
DZ2: zener 56 V 1/2 W
DZ3: zener 12V 1/2 W
T1: BD911
T2: BC547B
T3: BC557B
T4: MJ2955
T5: BD911
MSF1: IRF540
MSF2: IRF540
MSF3: IRF540
MSF4: IRF540
MSF5: IRF540
MSF6: IRF540
MSF7: IRF540
MSF8: IRF540
U1: NE555
U2: 4093
U3: LM339
FUS1: fusibile 2 A
MOTOR: motore DC 400 watt 48 volt (vedi testo)
Varie:
- Portafusibile da C.S.
- Morsetto 3 poli
- Morsetto 2 poli (2 pz)
- Barretta in rame (3 pz)
- Capicorda (2 pz)
- Vite 3MA 10 mm (3 pz)
- Distanziale 10 mm (2 pz)
- Dadi 3MA (7 pz)
- Colonnine 5MA (4 pz)
- Dissipatore in alluminio 200x120mm h=10mm
- Dissipatore in alluminio 130x80mm h=8mm
- Dissipatore in alluminio 80x40mm h=8mm
- Circuito stampato (E52)

ta ricarica nel giro di 8÷10 ore. Ovviamente l'alimentatore deve fornire una tensione continua di almeno 50÷55 volt e deve disporre di una resistenza di caduta adeguata alla corrente di carica. Il regolatore di velocità impiega la tecnologia PWM che consente di ottenere un elevato rendimento in tutte le condizioni di lavoro. Poiché la frequenza di lavoro è molto bassa (circa 200 Hz), la forma d'onda è sempre "pulita", aumentando in questo modo l'affidabilità del sistema. Lo schema del nostro regolatore comprende un generatore di impulsi ad ampiezza variabile che fa capo agli operazionali contenuti in U3, uno stadio di potenza composto da otto mosfet collegati in parallelo e un generatore a 12 volt nel quale vengono utilizzati l'integrato U1 ed i transistor T4 e T5. Lo stadio di potenza si comporta come un interruttore: sempre acceso o sempre spento. Il tutto ad una frequenza di 200 Hz con una durata dell'impulso che, in percentuale, può variare tra lo zero ed il cento per cento. L'ampiezza dell'impulso viene controllata dal potenziometro P1 (in realtà uno slider); ai trimmer R33, R38 e R27 è affidato il compito di modificare il campo di azione dello slider in modo da ottenere un'escursione ottimale in funzione della corsa del cavo di accelerazione. Il chopper dispone anche di un circuito di limitazione della massima corrente di funzionamento e di uno stadio di controllo della rampa di accelerazione che evita gli strappi durante gli avviamenti senza comprometterne la "brillantezza". La tensione a 12 volt necessaria per i "servizi" (luci di posizione, segnalatori acu-

Piano di cablaggio generale





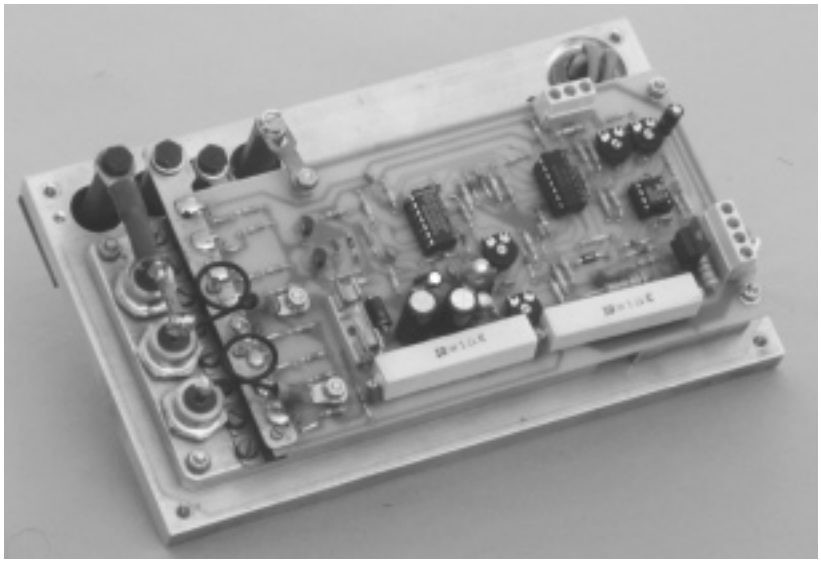


Il chopper rappresenta il "cuore" della nostra motoretta; tramite questa scheda è possibile infatti regolare la velocità del motore elettrico e quindi l'andatura del veicolo. Si tratta anche dell'unico circuito elettronico utilizzato in questo progetto. Nel montare questa scheda bisogna tenere conto delle elevate correnti che circolano nello stadio di potenza ed adottare tutti gli accorgimenti del caso. La basetta è fissata meccanicamente ad una piastra di alluminio che funge da dissipatore e da supporto per i semiconduttori dello stadio di potenza. Gli otto mosfet sono fissati direttamente al dissipatore; i drain risultano pertanto collegati elettricamente alla piastra alla quale fanno anche capo il polo negativo del motore e gli anodi dei tre diodi di potenza. Per questo motivo la piastra va isolata dal telaio della motoretta. Gli otto source dei mosfet sono collegati a massa tramite una barra metallica di sezione adeguata. Anche il transistor di potenza T4 va fissato al dissipatore; in questo caso, tuttavia, è necessario utilizzare un kit di isolamento per evitare un corto circuito tra questo componente ed i mosfet. Per i collegamenti tra la piastra ed i componenti esterni bisogna fare riferimento alle lettere riportate sullo stampato: ai punti A e C vanno collegati rispettivamente il polo positivo e quello negativo della batteria mentre tra il punto A e la barra di dissipazione va collegato il motore elettrico; il diodo D3 è collegato tra il punto B e la barra mentre i diodi D1 e D2 sono collegati in parallelo al motore ovvero tra la barra di alluminio ed il punto A. Tra i punti D ed E è disponibile la tensione a 12 volt per i servizi mentre il transistor di potenza montato sul dissipatore va collegato ai morsetti contraddistinti dalle lettere F, G e H. Infine, alla morsettiera contraddistinta dalle lettere I, L e M va collegato lo slider che controlla la velocità. I disegni e le foto riportate a fianco chiariscono eventuali dubbi in merito a questi collegamenti.

stici, frecce, eccetera) è disponibile tra i punti D (positivo) e E (negativo); questo stadio può erogare una potenza massima di 30-40 watt. Passiamo ora alla realizzazione pratica della nostra motoretta occupandoci innanzitutto della meccanica.

IN PRATICA

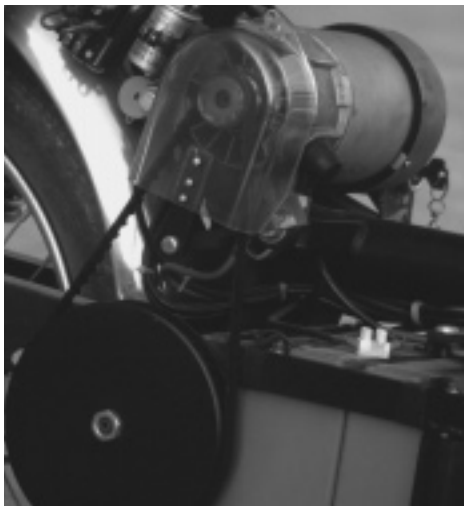
Come si vede nelle immagini, il motore è fissato alla parte posteriore del telaio, quasi sotto la sella. Il moto viene trasmesso mediante due cinghie; la prima (tipo 300L050) collega la puleggia a 10 denti del motore alla puleggia dentata a 52 denti del rinvio; la seconda (tipo MT1294103) collega la puleggia a 21 denti del rinvio alla puleggia dentata a 61 denti fissata alla ruota posteriore della motoretta. Complessivamente il rapporto di trasmissione è di circa 1 a 15,1. Le batterie vanno montate nell'apposito alloggiamento predisposto sotto il telaio. In questo modo, tra l'altro, si abbassa il



baricentro del veicolo in modo da ottenere una migliore stabilità nonché una buona tenuta di strada. Per la realizzazione del chopper è necessario innanzitutto approntare la basetta sulla quale andranno cablati tutti i componenti. Nelle illustrazioni riportiamo il disegno dello stampato al vero. Per realizzare la basetta consigliamo di utilizzare il metodo della fotoincisione che consente di ottenere una piastra del tutto simile a quella utilizzata per realizzare il

Il motore e la meccanica di trasmissione

Per realizzare la nostra motoretta abbiamo utilizzato uno dei telai prodotti alcuni anni fa dalla ditta TGR di Ozzano Emilia; questi telai dovevano essere utilizzati per realizzare una piccola serie di motocicli a trazione elettrica; in effetti alcuni vennero realmente impiegati per questo scopo mentre altri furono commercializzati senza l'equipaggiamento elettrico. Il telaio da noi utilizzato dispone di un alloggiamento per le batterie e di altri accorgimenti che consentono di elettrificare facilmente il veicolo. Quanti sono intenzionati a costruire questa moto dovranno, osservando le foto ed i disegni, realizzare un telaio quanto più possibile simile al nostro, eventualmente adattando un telaio di recupero. I telai della TGR, infatti, non vengono più prodotti da alcuni anni. Il motore a magneti permanenti utilizzato nel progetto presenta le seguenti caratteristiche: tensione nominale: 48 volt, corrente assorbita: 10 A (80A allo spunto), potenza resa: 400 watt, velocità di rotazione massima: 4.700 giri/min, coppia massima: 1.1 Nm, peso: 4,5 Kg. Il motore dispone di un doppio sistema di ventilazione (ventola applicata all'indotto ed elettroventilatore applicato allo scudo posteriore) che garantisce un ottimo raffreddamento ed un rendimento costante in tutte le condizioni di lavoro. L'elettroventilatore, che ha un assorbimento limitato (solo 3,5 watt), viene azionato automaticamente da un sensore termico che entra in funzione quando la temperatura supera i 50 gradi. Il motore, prodotto dalla ditta Polymotor di Genova, è fissato alla parte posteriore del telaio, quasi sotto la sella. Il moto viene trasmesso mediante due cinghie; la prima (tipo 300L050) collega la puleggia a 10 denti del motore alla puleggia dentata a 52 denti del rinvio; la seconda (tipo MT1294103) collega la puleggia a 21 denti del rinvio alla puleggia dentata a 61 denti fissata alla ruota posteriore della motoretta. Complessivamente il rapporto di trasmissione è di circa 1 a 15,1. Le batterie vanno montate nell'apposito alloggiamento predisposto sotto il telaio. Così facendo si abbassa il baricentro del veicolo in modo da ottenere una migliore stabilità nonché una buona tenuta di strada.



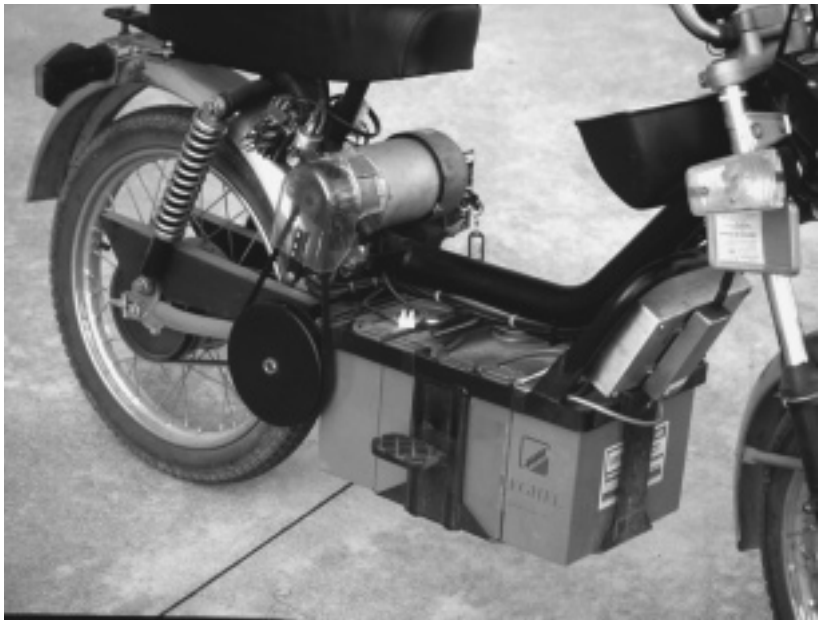
Nelle immagini, alcuni dettagli della nostra motoretta. Il alto, particolare del motore elettrico con lo scudo posteriore dentro il quale trova posto un elettroventilatore che garantisce un ottimo raffreddamento ed un rendimento costante in tutte le condizioni di lavoro. La ventola viene azionata automaticamente tramite un sensore termico che entra in funzione quando la temperatura supera i 50 gradi centigradi. In basso, il "serbatoio"ovvero le quattro batterie al piombo utilizzate per immagazzinare l'energia. Nel nostro prototipo abbiamo montato quattro batterie a 12 volt da 35A/h ciascuna collegate in serie in modo da ottenere la tensione a 48 volt necessaria al funzionamento del motore. Le quattro batterie pesano complessivamente 47 chilogrammi e sono in grado di fornire una energia di ben 1680 W/h. Con questa riserva d'energia la nostra motoretta è in grado di percorrere circa 100 chilometri.

nostro prototipo. Per il montaggio dei componenti sulla basetta valgono le solite raccomandazioni che questa volta dobbiamo integrare con consigli specifici legati alla particolarità del circuito. Ci riferiamo in modo particolare alle elevate correnti in gioco che richiedono un montaggio particolarmente curato nella sezione di potenza. Gli otto mosfet sono fissati direttamente alla piastra di alluminio che funge da dissipatore; i drain risultano pertanto collegati elettricamente alla piastra alla quale fanno anche capo il polo negativo del motore e gli anodi dei tre diodi di potenza. Per questo motivo la piastra va isolata dal telaio della motoretta. Gli otto source dei mosfet vanno collegati a massa tramite una barra metallica di sezione adeguata. Anche il transistor di potenza T4 va fissato al dissipatore; in questo caso, tuttavia, è necessario utilizzare un kit di isolamento per evitare un corto circuito tra questo componente ed i mosfet. Per i collegamenti tra la piastra ed i componenti esterni bisogna fare riferimento alle lettere riportate sullo stampato: ai punti A e C vanno collegati rispettivamente il polo positivo e quello negativo della batteria mentre tra il punto A e la barra di dissipazione va collegato il motore elettrico; il diodo D3 è collegato tra il punto B e la barra mentre i diodi D1 e D2 sono collegati in parallelo al motore ovvero tra la barra di alluminio ed il punto A. Tra i punti D ed E è disponibile la tensione a 12 volt per i servizi mentre il transistor di potenza montato sul dissipatore va collegato ai morsetti contraddistinti dai punti F, G e H. Infine, alla morsettiera contraddistinta dalle lettere I, L e M va collegato lo slider che controlla la velocità. Per poter azionare questo componente tramite il cavo di accelerazione, è necessario realizzare un dispositivo meccanico dotato di molla antagonista che consenta di spostare il perno del potenziometro senza forzature tra il valore minimo e quello massimo. Il dispositivo deve avere anche una notevole robustezza meccanica in considerazione dell'elevato numero di manovre cui viene sottoposto. Un dispositivo simile è stato utilizzato anche nel progetto del ciclomotore descritto sul fascicolo di ottobre. I collegamenti tra la batteria, il chopper ed il motore vanno effettuati con cavo

di diametro adeguato in considerazione delle elevate correnti in gioco che, lo abbiamo visto in precedenza, nei picchi possono raggiungere anche i 80 ampère. Ultimato il montaggio della piastra ed effettuati i collegamenti tra la batteria, il motore ed il chopper, possiamo finalmente procedere al collaudo del motorino. Le prime prove vanno effettuate al banco, con la ruota del motorino rialzata e spostando a mano lo slider. Verificate innanzitutto che la tensione presente sul pin 11 di U3a vari tra circa 0,5 e 1,5 volt in funzione della posizione dello slider. Se disponete di un oscilloscopio potrete anche visualizzare il treno di impulsi presente all'uscita del driver T2/T3. Un segnale simile deve essere presente anche ai capi del motore. Con un amperometro a pinza controllate l'assorbimento del circuito nelle varie condizioni di lavoro: la corrente può raggiungere anche gli 80 ampère nelle condizioni più critiche. A questo punto fissate lo slider al dispositivo di accelerazione e regolate i trimmer R33 (velocità massima) ed R38 (velocità minima) in modo da ottenere un'escursione ottimale della manopola dell'acceleratore. Con i trimmer R27 e R17 è invece possibile regolare la rampa di accelerazione in modo da evitare strappi durante gli avviamenti. Con questo veicolo abbiamo percorso circa 1.000 chilometri con i seguenti risultati:

- Velocità massima raggiunta in pianura con batterie cariche e con un carico di 75 Kg: 45Km/h;
- Pendenza massima superata con lo stesso carico: 15%;
- Autonomia (con batterie cariche al 90%): 95 Km;
- Assorbimento in pianura alla massima velocità: 10 ampère;
- Assorbimento in salita con pendenza dell'ordine del 10%: 30-35 ampère;
- Corrente assorbita dal motore allo spunto: 50÷80 ampère.

Riteniamo che queste prestazioni siano più che sufficienti per la maggior parte degli impieghi e che pertanto questo progetto possa trovare un reale impiego pratico. Vogliamo infine sottolineare due aspetti di questo progetto che non vanno assolutamente trascurati. Ci riferiamo innanzitutto all'inquinamento prodotto da questo veicolo che è praticamente nullo sia per quanto concerne l'emissione nell'atmosfera di gas tossici sia per quanto riguarda l'inquinamento acustico. Il secondo aspetto riguarda i consumi ed il costo di esercizio: l'energia elettrica necessaria alla ricarica delle batterie (circa 2 Kw) viene a costare 1.000 lire e pertanto il costo chilometrico (tenendo conto che con un "pieno" di corrente si percorrono 100 chilometri) è di circa 10 lire/Km: nemmeno lontanamente paragonabile con quello di un veicolo con motore a scoppio. Cosa aspettate, dunque, a realizzare questa moto?



Sei un inventore?

Hai nel cassetto un'invenzione per il settore elettrico/elettronico e vuoi esporla?
Bene! La NEW LINE, una grande organizzazione di fiere dell'elettronica in Italia, ***ti invita gratuitamente*** *con un tuo spazio nel settore "Speciale invenzioni" alla 3^ "Grande Fiera dell'Elettronica di Forlì" nei giorni 8-9-10 dicembre 1995 e ... tanti auguri per la tua invenzione!*

Per informazioni telefonate direttamente a:
NEW LINE - Cesena
tel. 0547/300845 0337/612662

CORSO DI ELETTRONICA DI BASE

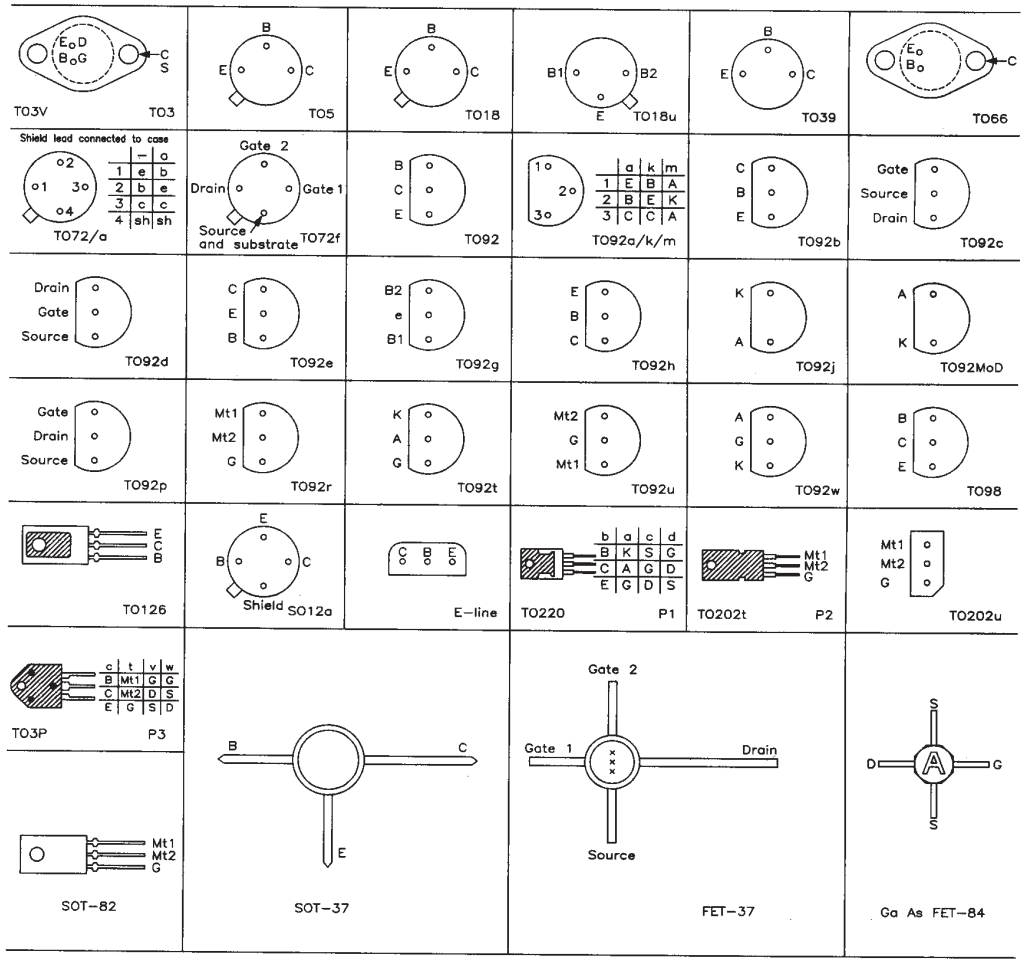
a cura della Redazione

Quarta puntata

Questo Corso di Elettronica, che si articola in più puntate, è rivolto ai lettori alle prime armi, ovvero a coloro che - pur essendo attratti ed affascinati dal mondo dell'elettronica - hanno una limitata conoscenza di questa materia. Pur senza trascurare l'esposizione di concetti teorici di base, è nostra intenzione privilegiare l'aspetto pratico, convinti che solo un' immediata verifica "sul campo" possa fare comprendere al meglio le leggi fondamentali che stanno alla base dell'elettronica. Per questo motivo tutte le puntate si concluderanno con delle esercitazioni che consentiranno di mettere in pratica le nozioni acquisite. Ci auguriamo che questo Corso possa essere utile sia a coloro che si interessano a questa materia per hobby sia a quanti hanno un interesse professionale specifico (studenti di elettronica, tecnici, eccetera). A tutti auguriamo una proficua lettura.

Oltre ai diodi, appartengono alla famiglia dei semiconduttori numerosi altri dispositivi il più conosciuto dei quali è il transistor. Questo componente, formato da due giunzioni, è il più importante dispositivo elettronico allo stato solido. Con varianti più o meno significative, tutti i componenti elettronici attivi utilizzano dei transistor. Addirittura alcuni circuiti integrati particolarmente complessi implementano milioni e milioni di transistor. Fondamentalmente questo dispositivo (lo vedremo in maniera più approfondita nelle prossime puntate del corso) non è altro che un amplificatore di corrente. Nella forma più elementare un transistor è composto da tre terminali denominati base, collettore ed emettitore che fanno capo ad una doppia giunzione (PNP o NPN); polariz-

Principali tipi di transistor e relativi contenitori

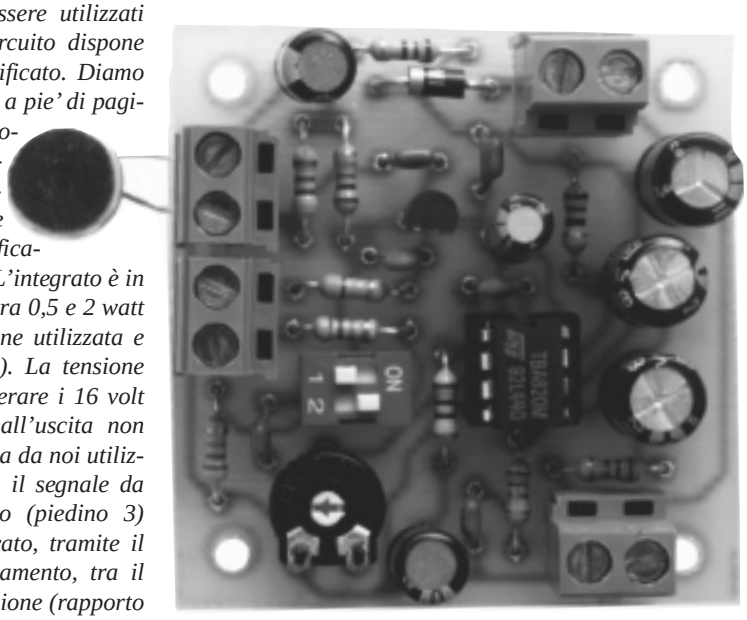


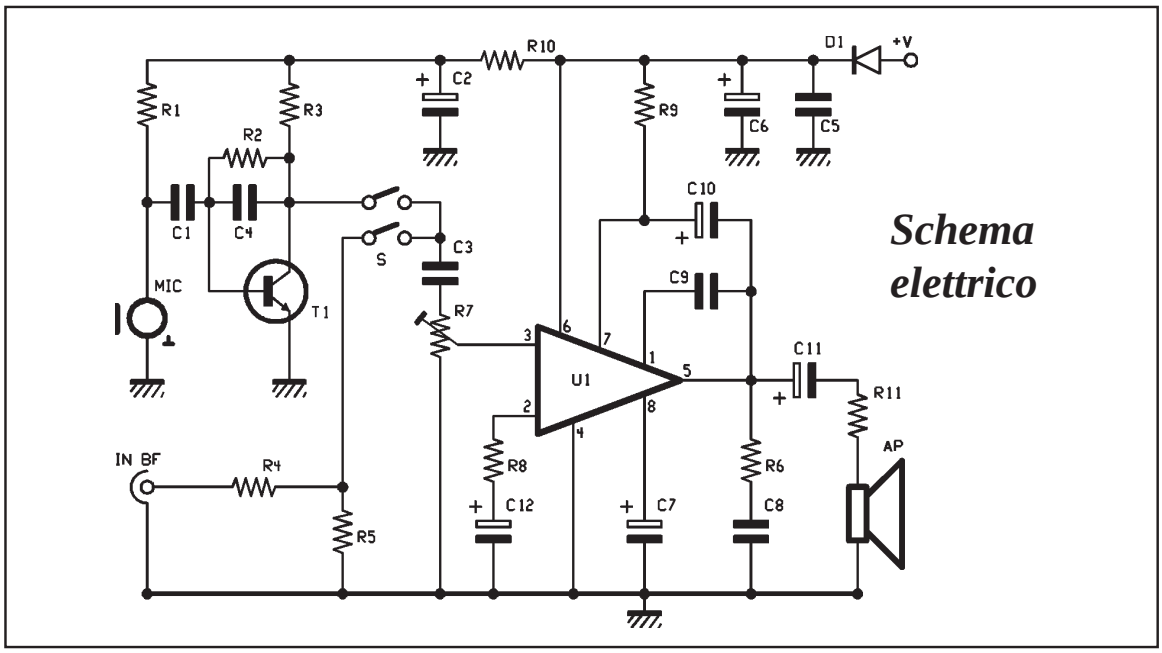
zando opportunamente le giunzioni, la corrente che fluisce attraverso lo stadio di uscita (solitamente tra collettore ed emettitore) è proporzionale - ma di gran lunga superiore - alla corrente che fluisce attraverso lo stadio di ingresso (solitamente base-emettitore). L'effetto "transistor" (il nome è una contrazione della definizione "transfer resistor"), scoperto nel lontano 1948, è alla base di tutta la moderna elettronica allo stato solido. I primi transistor erano realizzati con cristalli di germanio mentre oggi in quasi tutti i dispositivi vengono utilizzati cristalli di silicio. Anche se in senso lato, appartengono alla categoria dei transistor i FET (transistor ad effetto di campo), i MOSFET (particolari FET realizzati con la tecnica MOS, Metal-Oxide Semiconductor), gli UJT, gli IGBT ed altri ancora. A seconda dell'impiego cui sono destinati possiamo suddividere i transistor in elementi per alta o bassa tensione, per alta o bassa frequenza, per amplificazione di segnale o per commutazione, di piccola, media o alta potenza, a montaggio tradizionale o in SMD. Qualcuno, tempo fa, si è preso la briga di contare quanti fossero i modelli di transistor disponibili al mondo: arrivato ad un milione di tipi diversi si è arreso. Questo ovviamente non significa che esistono realmente tanti modelli: questa proliferazione dipende dal fatto che quasi tutti i fabbricanti di semiconduttori (ce ne sono oltre 200 in tutto il mondo) utilizzano sigle differenti per marchiare lo stesso tipo di transistor. Dal punto di vista fisico, i contenitori utilizzati sono i più diversi: plastici, metallici, microscopici, enormi, con i terminali disposti nei modi più disparati. Una classificazione completa è impossibile; fortunatamente però nella maggior parte dei casi vengono utilizzati contenitori standardizzati (ne esistono oltre un centinaio). Nelle illustrazioni riportiamo i tipi più comuni in modo da consentire a chiunque di identificare facilmente i terminali corrispondenti alla base, al collettore e all'emettitore o, nel caso dei fet, al drain, al source ed al gate. I contenitori vengono classificati con una sigla che spesso non identifica un contenitore specifico ma una famiglia. Ad esempio, nel caso del TO3P, del TO92 ed in altri casi ancora bisogna effettuare una ulteriore verifica per stabilire l'esatta disposizione dei terminali.

Veniamo ora al progetto del mese, un circuito utilissimo nel laboratorio di qualsiasi hobbista. Data la semplicità dello schema, il progetto può essere realizzato da chiunque, anche da coloro che stanno muovendo i primi passi in questo campo.

Il progetto del mese

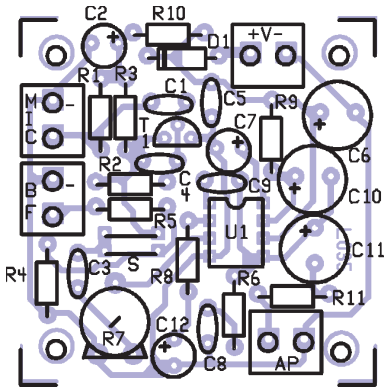
Dopo gli alimentatori presentati sui fascicoli di settembre e ottobre (rispettivamente un circuito a tensione variabile con uscita compresa tra 1,5 e 15 volt ed un alimentatore duale), questo mese descriviamo un piccolo amplificatore di bassa frequenza - completo di preamplificatore - che può sicuramente essere utile in moltissime occasioni. I due stadi possono essere utilizzati separatamente oppure accoppiati; il circuito dispone anche di un piccolo microfono preamplificato. Diamo subito un'occhiata allo schema riportato a pie' di pagina. L'amplificatore di potenza vero e proprio fa capo all'integrato U1, un comunissimo TBA820M prodotto dalla SGS-Thomson; questo componente - insieme all'LM386 - è uno dei più utilizzati amplificatori per uso audio esistente sul mercato. L'integrato è in grado di erogare una potenza compresa tra 0,5 e 2 watt a seconda della tensione di alimentazione utilizzata e dell'impedenza del carico (altoparlante). La tensione massima di alimentazione non deve superare i 16 volt mentre l'impedenza minima collegata all'uscita non deve essere inferiore ai 4 Ohm. Lo schema da noi utilizzato è quello suggerito dal Costruttore: il segnale da amplificare viene applicato all'ingresso (piedino 3) mentre il segnale di uscita viene prelevato, tramite il condensatore elettrolitico di disaccoppiamento, tra il piedino 5 e la massa. Il guadagno in tensione (rapporto tra segnale di uscita e segnale di ingresso) dipende dal valore della resistenza R8: con il valore da noi utilizzato (150 Ohm) il guadagno in tensione è di circa 30 dB. I valori di C9, C10 e C12 determinano la banda passante che, nel nostro caso, è compresa tra 25 e 12.000 Hz. Utilizzando una tensione di alimentazione di 12 volt ed un altoparlante da 8 Ohm, lo stadio è in grado di erogare una potenza di circa 1 watt; ovviamente, se la tensione scende, la potenza cala in proporzione. Normalmente la tensione di alimentazione può essere compresa tra 5 e 12 volt. Il diodo D1 evita che un'eventuale inversione della tensione di alimentazione provochi la distruzione del chip. L'amplificatore di potenza può essere collegato all'apposito ingresso (IN BF)

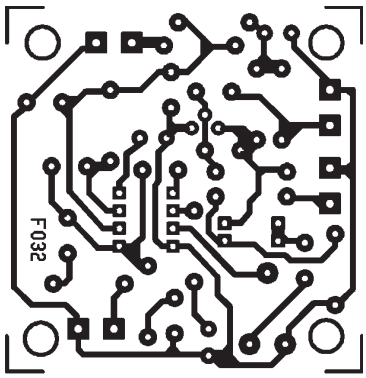




Schema elettrico

piano di cablaggio





R1: 4,7 Kohm
R2: 470 Kohm
R3: 1 Kohm
R4: 22 Kohm
R5: 22 Kohm
R6: 1 Ohm
R7: 47 Kohm trimmer
R8: 150 Ohm
R9: 56 Ohm
R10: 100 Ohm
R11: 1 Ohm
C1 : 100 nF multistrato
C2: 100 µF 16 Vl
C3: 100 nF multistrato
C4: 220 pF ceramico
C5: 100 nF multistrato
C6: 220 µF 25 Vl
C7: 47 µF 16 Vl
C8: 100 nF multistrato
C9: 220 pF ceramico
C10: 220 µF 16 Vl
C11: 220 µF 16 Vl
C12: 100 µF 16 Vl
D1: 1N4002
T1: BC547B
U1: TBA820M
S: Dip-switch 2 poli
MIC: Capsula microfonica preamplificata
AP: Altoparlante 8 Ohm
Val: 6÷12 volt
Varie:
- C.S. cod. F032
- Zoccolo 4+4
- Morsetto 2 poli p.5 (4 pz)

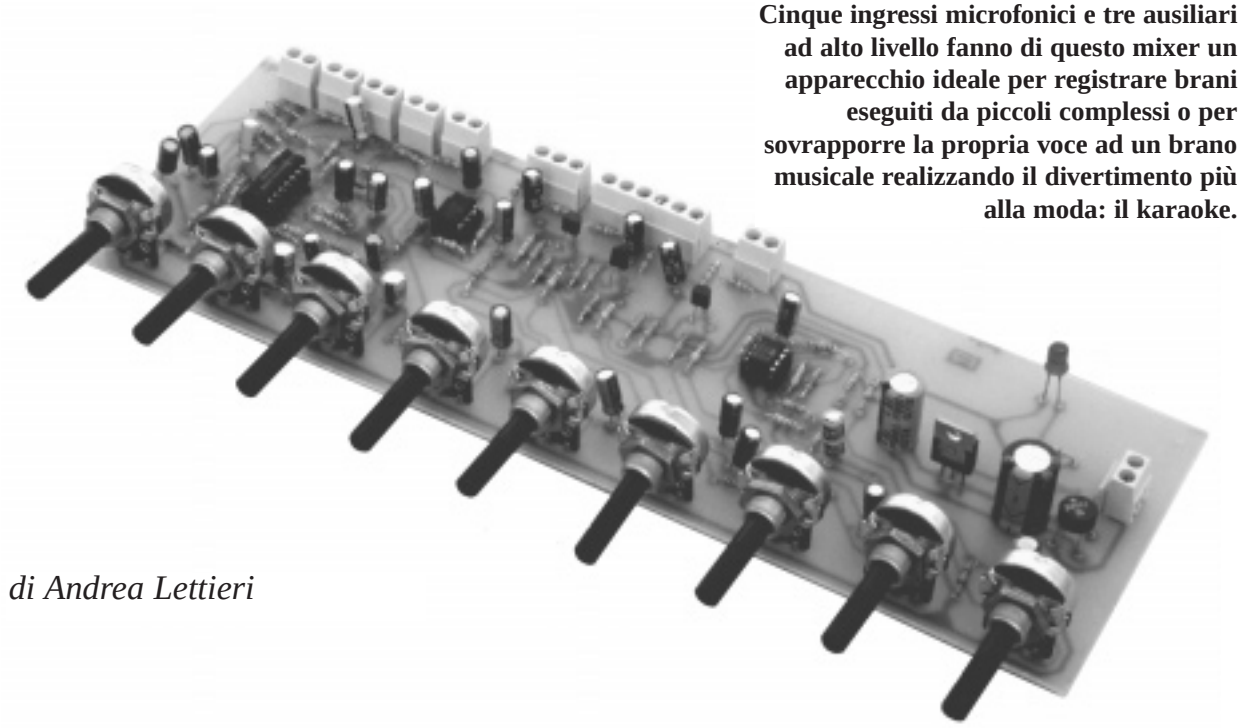
oppure allo stadio preamplificatore che fa capo a T1. A tale scopo bisogna agire sui dip-switch utilizzati nel circuito. In entrambi i casi il volume di uscita viene regolato dal trimmer R7. Qualora si rendesse necessario, il trimmer potrà essere sostituito con un potenziometro. Lo stadio preamplificatore utilizza un solo transistor, un comunissimo BC547 plastico al posto del quale potrà essere utilizzato qualsiasi altro transistor NPN di piccola potenza. T1 è montato in un circuito ad emettitore comune che garantisce un elevatissimo guadagno in tensione. La base del transistor viene polarizzata mediante la resistenza R2 che introduce anche una discreta controreazione che rende particolarmente stabile il funzionamento di questo stadio. All'ingresso del preamplificatore è presente una piccola capsula microfonica preamplificata con la relativa resistenza di polarizzazione (R1). La capsula va posta a debita distanza dal circuito per evitare che l'amplificatore entri in autoscillazione (effetto Larsen). In considerazione dell' elevata sensibilità del circuito ed al fine di evitare ronzii indesiderati, la capsula microfonica va collegata utilizzando del cavetto schermato. Al posto della capsula microfonica è possibile utilizzare qualsiasi altro tipo di microfono; se questo non è preamplificato è necessario eliminare la resistenza R1. Ultimata così l'analisi del circuito, non resta che occuparci dell'aspetto pratico di questo progetto. Come si vede nei disegni e nelle foto, per il montaggio dell'amplificatore abbiamo utilizzato un circuito stampato di dimensioni contenute realizzato appositamente per questo scopo. Il cablaggio non presenta alcuna particolarità e non richiede che poche decine di minuti di lavoro; per il montaggio dell'integrato è consigliabiule fare uso di uno zoccolo a 8 pin. Il dispositivo non richiede alcuna taratura: se il montaggio è stato effettuato senza errori l'amplificatore funzionerà nel migliore dei modi non appena darete tensione.

DOVE REPERIRE I COMPONENTI

I componenti utilizzati in questo primo circuito sono facilmente reperibili presso tutti i rivenditori di materiale elettronico. Il circuito è disponibile anche in scatola di montaggio (cod. CD03) al prezzo di 22.000 lire. Il kit comprende tutti i componenti, la basetta, la capsula microfonica e tutte le minuterie. Il materiale va richiesto a: FUTURA ELETTRONICA, V.le Kennedy 96, 20027 Rescaldina (MI), tel. 0331-576139, fax 0331-578200.

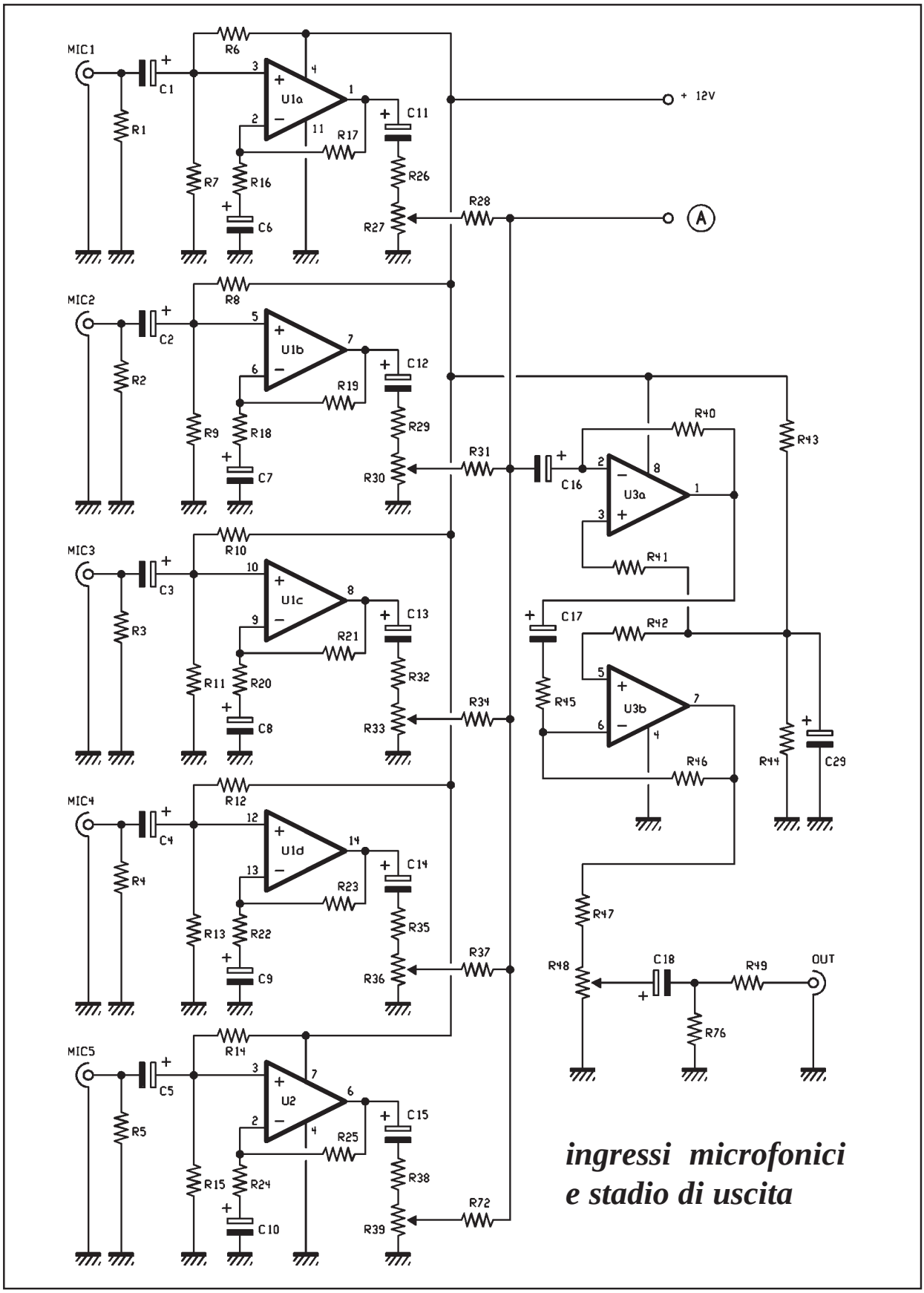
MIXER AUDIO 8 INGRESSI

Cinque ingressi microfonici e tre ausiliari ad alto livello fanno di questo mixer un apparecchio ideale per registrare brani eseguiti da piccoli complessi o per sovrapporre la propria voce ad un brano musicale realizzando il divertimento più alla moda: il karaoke.



di Andrea Lettieri

Per chi effettua registrazioni o prepara cassette per discoteca e feste danzanti, il mixer audio è uno strumento indispensabile; è infatti l'apparecchio che (lo dice la parola "italianizzata": miscelatore) consente di sovrapporre due o più segnali elettrici di bassa frequenza, ovvero due segnali musicali. Il mixer serve comunque anche per altri tipi di "lavorazioni": ad esempio per modificare l'audio di una videocassetta registrata con la videocamera, aggiungendole il sonoro o sovrapponendo al parlato musica ed effetti sonori. Insomma il mixer è un apparecchio sicuramente di primaria importanza, indispensabile per chi vuole cimentarsi con le tecniche del suono. Sono state tutte queste considerazioni che ci hanno spinto a progettare un mixer audio, qualcosa di semplice ma nello stesso tempo funzionale e versatile. Siamo convinti che il progetto verrà accolto con favore, anche perché, pur trattandosi di un classico, non tramonta mai; forse perché è stato portato alla ribalta dal Karaoke, il divertimento più "gettonato" in questi ultimi anni. Già, perché i tanti apparecchi per il Karaoke che si vendono nei negozi non sono altro che lettori di cassette con un mixer che permette di sovrapporre la voce (prelevata da un microfono) alla base musicale riprodotta dal nastro. Quindi se non riuscite a resistere alle tentazioni del Karaoke avete un motivo in più per pensare seriamente alla realizzazione del mixer che proponiamo, e per seguire le prossime pagine in cui illustreremo, in modo essenziale, le caratteristiche e gli aspetti tecnici principali del circuito che lo compone. Per l'esame del circuito facciamo riferimento agli

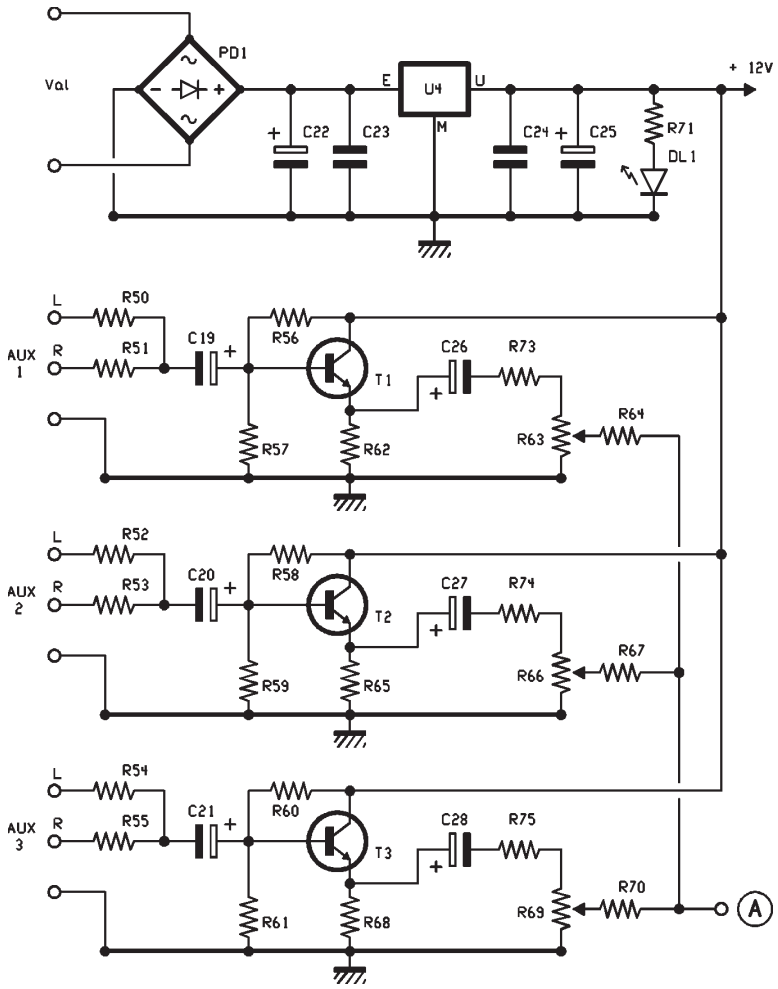


ingressi microfonici e stadio di uscita

schemi elettrici pubblicati. Il mixer dispone di otto ingressi e, ovviamente, un'uscita; è monofonico, anche se accetta - agli ingressi ad alto livello - segnali di tipo stereofonico (vedremo tra breve il perché). Degli otto ingressi cinque li abbiamo riservati ai microfoni e tre ad apparecchi ad alto livello di uscita; nessuno degli ingressi è equalizzato: sono tutti lineari, sia in termini di amplificazione che di risposta in frequenza. L'attribuzione degli ingressi non può essere modificata, in quanto i cinque microfonici presentano un'elevata sensibilità (1-2 millivolt eff.) e bassa impedenza, mentre quelli ausiliari (AUX1, AUX2, AUX3) accettano segnali di ampiezza compresa fra 100 e 500 millivolt. Ad ogni modo i segnali escono in fase rispetto a come entrano nel mixer, poiché abbiamo disegnato il circuito in modo da evitare l'inversione di fase (l'amplificatore invertente è seguito da uno analogo per riportare in fase i segnali).

SCHEMA ELETTRICO

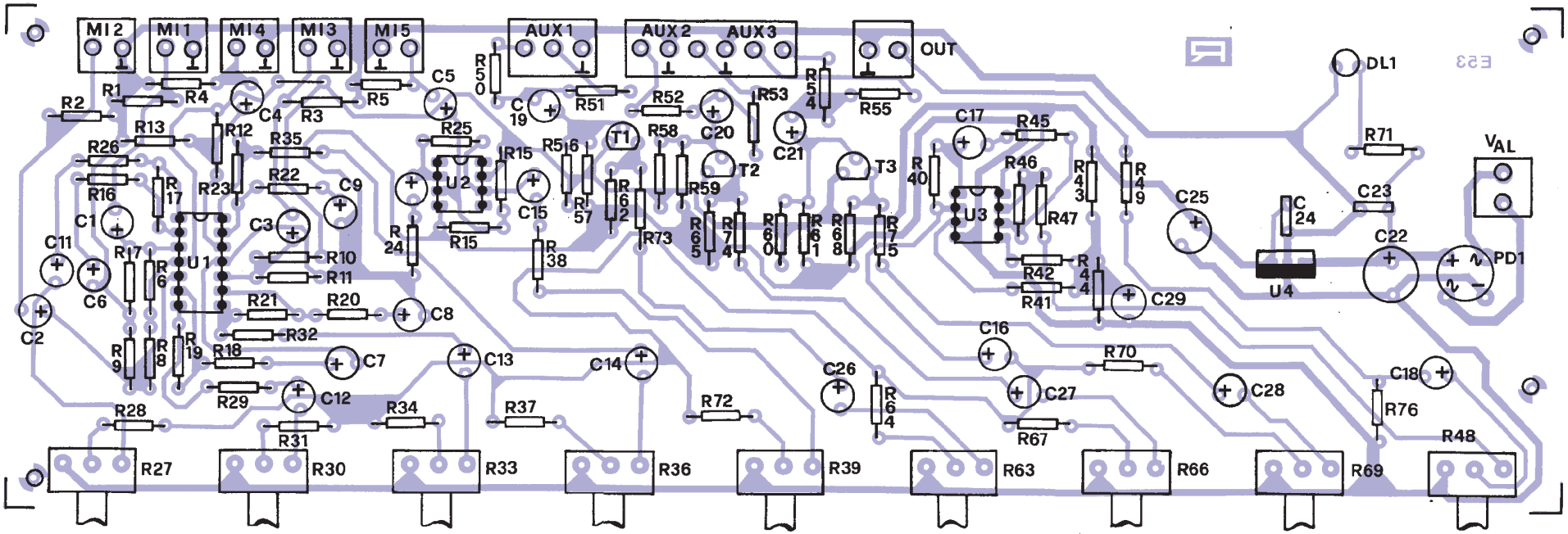
Ma vediamolo meglio questo circuito: i cinque ingressi per microfono fanno capo ad altrettanti amplificatori di tensione di tipo non invertente; amplificatori realizzati con operazionali, il cui guadagno è stabilito in circa 50 volte. In pratica un segnale che entra con un'ampiezza di 2 millivolt efficaci esce al livello di 100 millivolt efficaci. Va da sé che ad un ingresso microfonico (MIC) non si possono applicare segnali di ampiezza superiore ai 60 millivolt efficaci, altrimenti il rispettivo amplificatore d'ingresso satura: infatti con alimentazione di 12 volt ogni operazionale può dare in uscita una tensione di valor massimo pari a circa 4,5 volt, che corrispondono a circa 3 volt efficaci. Il prodotto di 60 mV per 50, che è il guadagno di ogni operazionale di ingresso, dà esattamente 3000 mV, ovvero 3 volt. Per l'ingresso MIC1 l'amplificatore è U1a, per il 2 è U1b, per il 3 è U1c, per il 4 è U1d, mentre per il quinto provvede U2. Notate che mentre per i primi quattro ingressi l'integrato amplificatore è unico (U1 è infatti un quadruplo operazionale con ingressi a JFET, di tipo TL074 o TL084), per l'ultimo abbiamo usato un integrato a parte. Lo abbiamo fatto solo perché non esiste un quintuplo operazionale, altrimenti.... Certo, per avere tutti i cinque ingressi microfonici uguali avremmo potuto realizzare per ciascuno un amplificatore a singolo operazionale, ma avremmo sprecato dello spazio; visto che non pretendevamo di realizzare un mixer superprofessionale abbiamo ritenuto



CARATTERISTICHE TECNICHE

Numero di ingressi	**8**
Sensibilità e impedenza MIC	**2 mV / 4 Kohm**
Livello massimo MIC	**600 mV eff.**
Sensibilità e impedenza AUX	**100 mV / 20 Kohm**
Livello massimo AUX	**2,8 V eff.**
Livello massimo e impedenza uscita	**1,5V / 5 Kohm**
Separazione tra i canali	**60 dB**
Conversione mono di segnali AUX stereo	**presente**
Alimentazione	**15 Vca / 2VA**

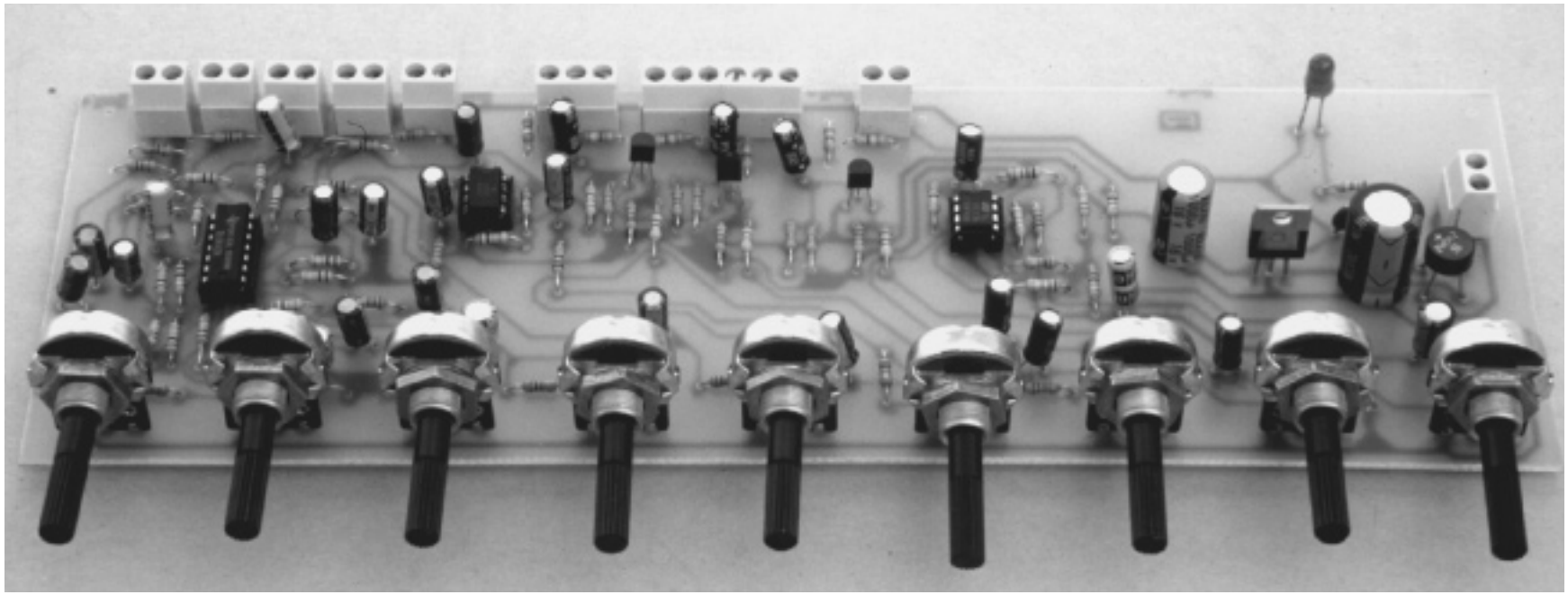
il cablaggio del mixer

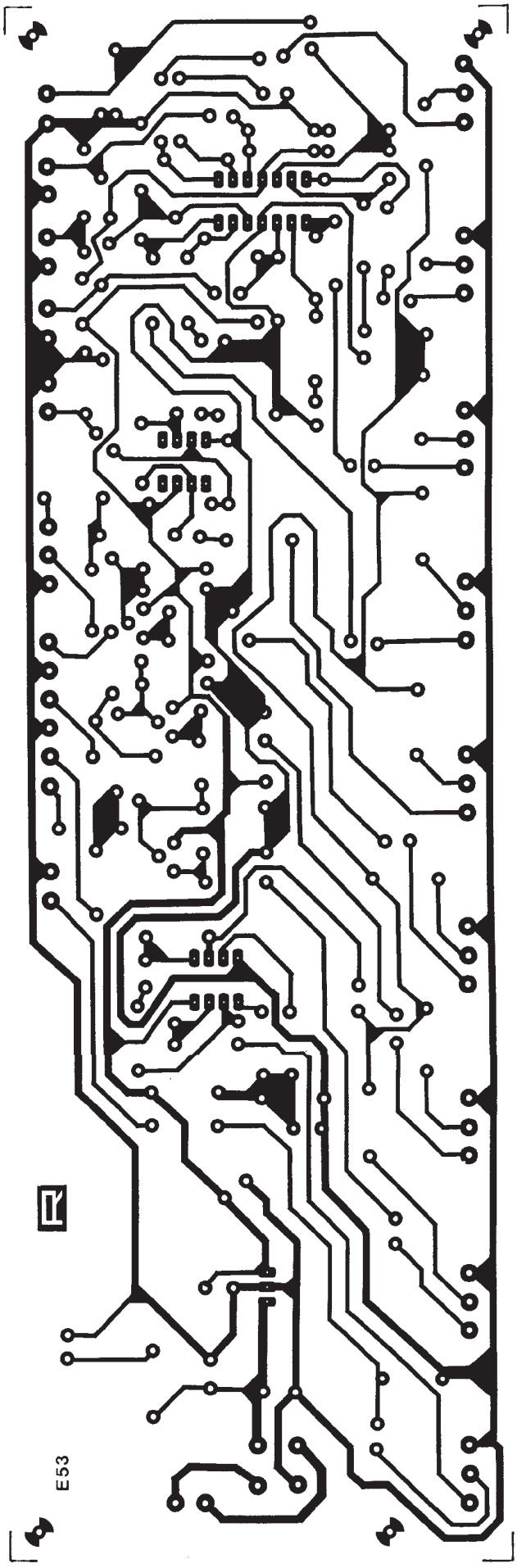


COMPONENTI

R1: 4,7 Kohm
R2: 4,7 Kohm
R3: 4,7 Kohm
R4: 4,7 Kohm
R5: 4,7 Kohm
R6: 100 Kohm
R7: 100 Kohm
R8: 100 Kohm
R9: 100 Kohm
R10: 100 Kohm
R11: 100 Kohm
R12: 100 Kohm
R13: 100 Kohm
R14: 100 Kohm
R15: 100 Kohm
R16: 2,2 Kohm
R17: 100 Kohm
R18: 2,2 Kohm
R19: 100 Kohm
R20: 2,2 Kohm
R21: 100 Kohm
R22: 2,2 Kohm
R23: 100 Kohm
R24: 2,2 Kohm
R25: 100 Kohm
R26: 150 Ohm
R27: 4,7 Kohm potenziometro logaritmico
R28: 22 Kohm
R29: 150 Ohm
R30: 4,7 Kohm potenziometro logaritmico
R31: 22 Kohm
R32: 150 Ohm
R33: 4,7 Kohm potenziometro logaritmico
R34: 22 Kohm
R35: 150 Ohm
R36: 4,7 Kohm potenziometro logaritmico
R37: 22 Kohm
R38: 150 Ohm
R39: 4,7 Kohm potenziometro logaritmico
R40: 100 Kohm
R41: 22 Kohm
R42: 22 Kohm
R43: 100 Kohm

R44: 100 Kohm
R45: 15 Kohm
R46: 47 Kohm
R47: 150 Ohm
R48: 10 Kohm potenziometro logaritmico
R49: 100 Ohm
R50: 3,9 Kohm
R51: 3,9 Kohm
R52: 3,9 Kohm
R53: 3,9 Kohm
R54: 3,9 Kohm
R55: 3,9 Kohm
R56: 47 Kohm
R57: 47 Kohm
R58: 47 Kohm
R59: 47 Kohm
R60: 47 Kohm
R61: 47 Kohm
R62: 5,6 Kohm
R63: 4,7 Kohm potenziometro logaritmico
R64: 22 Kohm
R65: 5,6 Kohm
R66: 4,7 Kohm potenziometro logaritmico
R67: 22 Kohm
R68: 5,6 Kohm
R69: 4,7 Kohm potenziometro logaritmico
R70: 22 Kohm
R71: 1,8 Kohm
R72: 22 Kohm
R73: 100 Ohm
R74: 100 Ohm
R75: 100 Ohm
R76: 47 Kohm
C1: 1 µF 25Vl
C2: 1 µF 25Vl
C3: 1 µF 25Vl
C4: 1 µF 25Vl
C5: 1 µF 25Vl
C6: 4,7 µF 25Vl
C7: 4,7 µF 25Vl
C8: 4,7 µF 25Vl
C9: 4,7 µF 25Vl
C10: 4,7 µF 25Vl
C11: 22 µF 25Vl
C12: 22 µF 25Vl
C13: 22 µF 25Vl
C14: 22 µF 25Vl
C15: 22 µF 25Vl
C16: 22 µF 25Vl
C17: 4,7 µF 25Vl
C18: 100 µF 25Vl
C19: 2,2 µF 25Vl
C20: 2,2 µF 25Vl
C21: 2,2 µF 25Vl
C22: 1.000 µF 25Vl
C23: 100 nF
C24: 100 nF
C25: 1.000 µF 16Vl
C26: 10 µF 25Vl
C27: 10 µF 25Vl
C28: 10 µF 25Vl
C29: 2,2 µF 25Vl
DL1: LED 5 mm
T1: BC547
T2: BC547
T3: BC547
U1: TL084
U2: TL081
U3: TL082
U4: 7812
PD1: Ponte 100V - 1A
Varie:
- C.S. cod. E53
- Zoccolo 4+4 pin (2 pz)
- Zoccolo 7+7 pin
- Morsetto 2 poli p.5 (7 pz)
- Morsetto 3 poli p.5 (3 pz)





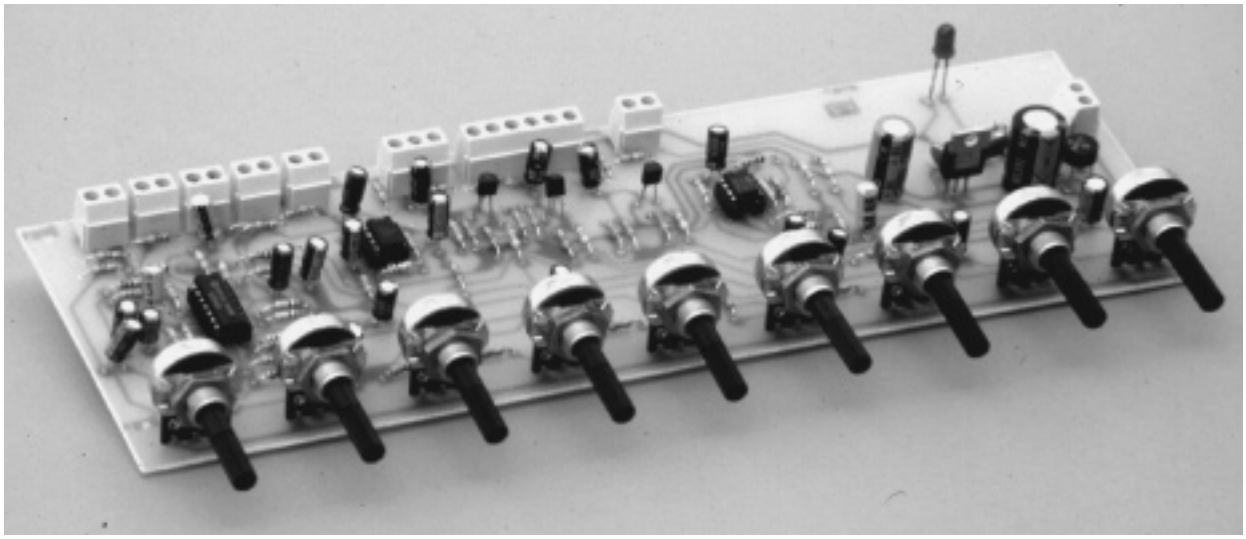
Circuito stampato del mixer in dimensioni reali.

che qualche lieve differenza tra gli ingressi microfonici fosse più che accettabile.

E lo é effettivamente, visto che le prove effettuate con gli strumenti di laboratorio non hanno fatto registrare differenze sostanziali tra gli ingressi MIC1, 2, 3 e 4, ed il MIC5. Considerate infine che U2 è un TL071 (TL081) cioè un operazionale in tutto simile ad una sola sezione dell'U1...Per poter ottenere la miscelazione dei vari segnali microfonici tra loro e/o con quelli relativi agli ingressi AUX, ciascun amplificatore degli ingressi MIC ha l'uscita collegata ai capi di un potenziometro; in tal modo si può dosare l'intervento, ovvero la presenza di ogni singolo segnale. I cursori (da cui si prelevano i segnali) di R27, R30, R33, R36 ed R39 sono collegati tra loro mediante delle resistenze da 22 Kohm; resistenze di ugual valore uniscono le uscite dei tre stadi AUX.

A proposito, andiamo a vedere i collegamenti degli ingressi ausiliari. Abbiamo detto che gli AUX sono tre ingressi ad alto livello, intendendo che hanno una sensibilità nominale di circa 100 millivolt efficaci; perciò per ottenere i livelli necessari ad essere miscelati con i segnali uscenti dagli amplificatori microfonici non occorrono stadi amplificatori. Abbiamo quindi interposto solo un buffer tra ciascun ingresso AUX ed il rispettivo potenziometro di volume; questo buffer è in pratica un inseguitore di emettitore, cioè uno stadio a transistor (nel nostro caso NPN, di tipo BC547) che presenta alta impedenza di ingresso e bassa impedenza di uscita, e che non amplifica in tensione. Prevedendo di collegare apparecchi con uscita stereofonica agli ingressi AUX, abbiamo disposto una premiscelazione dei relativi segnali a ciascun ingresso; in pratica due resistenze uniscono i due canali di ciascun AUX in modo che collegandovi gli spinotti di un apparecchio stereo si ottenga un segnale monofonico da poter poi inviare al buffer.

Il collegamento delle resistenze di premiscelazione (R50-R51 per AUX1, R52-R53 per AUX2 e R54-R55 per AUX3) non disturba in alcun modo l'applicazione di segnali mono, che ovviamente possono essere introdotti, per ciascun ingresso AUX, indifferen-



temente da uno solo dei punti “L” o “R”. Torniamo all’interno del mixer e vediamo che i segnali relativi agli ingressi AUX giungono ai capi dei rispettivi potenziometri di volume (R63 per AUX1, R66 per AUX2, R69 per AUX3) praticamente con lo stesso livello. Gli stadi facenti capo a T1, T2 e T3 servono solo a separare le uscite degli apparecchi collegati agli ingressi AUX dai potenziometri di volume, in modo da rendere i livelli dei segnali da miscelare del tutto indipendenti dall’impedenza dei vari tipi di apparecchi (radio, registratori, ecc.).

Senza interporre stadi separatori, il maggiore o minore carico imposto dalla posizione del cursore di uno dei potenziometri R63, R66, R69, potrebbe determinare variazioni del livello di uscita dell’apparecchio collegato al rispettivo ingresso. E veniamo al cuore del circuito: il mixer vero e proprio. Quelli che abbiamo visto finora sono solo gli stadi di preparazione degli otto segnali, circuiti che servono a portare tutti i segnali applicati agli ingressi al giusto livello di tensione, e che permettono il funzionamento ideale del miscelatore. Lo stadio che opera la miscelazione dei segnali è in pratica il solo operazionale U3a; questo è configurato come amplificatore invertente, polarizzato con metà tensione (condivide il partitore di polarizzazione, R43-R44 con U3b) all’ingresso non-invertente in modo da avere il riferimento di massa artificiale. U3a è collegato come amplificatore, ovvero sommatore invertente ad otto ingressi. Per capire come funziona dobbiamo considerare che amplifica tutti i segnali che riceve in ingresso in misura uguale al rapporto tra la resistenza di retroazione R40 e ciascuna delle resistenze d’ingresso, che sono R28, R31, R34, R37, R72, R64, R67, R70.

Per fare un esempio, immaginiamo di mettere a massa i cursori di tutti i potenziometri degli ingressi AUX e quelli dei MIC, ad eccezione di quello relativo a MIC1. Ruotando il cursore dell’R27 si fornisce un segnale ad U3a, attraverso R28; l’operazionale in questione lo amplifica di circa 4,8 volte. Tanto è, infatti, il rapporto esistente tra R40 ed R28. E’ quindi ovvio che lo stesso trattamento viene riservato ai segnali disponibili in uscita dai restanti potenziometri: tutti vengono amplificati in uguale misura, perciò affinché uno prevalga sugli altri è chiaro che il cursore del relativo potenziometro debba essere allontanato maggiormente dall’estremo di massa. Notate che in realtà l’amplificazione di U3a dipende dal rapporto tra la solita R40 e la resistenza (non importa quale) vista tra l’ingresso invertente (piedino 2) e la fonte di segnale; quest’ultima dipende anche dal valore assunto da ciascun potenziometro in funzione della posizione in cui si trova (cioè più o meno vicino al terminale di massa).

Per limitare la dipendenza dell’amplificazione dalla resistenza dei potenzio-

IL MIXER E LE VIDEOCASSETTE

Sappiamo che il mixer audio, pur essendo di bassa frequenza, può essere utile in campo video, amatoriale e professionale; certo non per trattare i segnali video (che richiedono almeno 5,5 MHz di larghezza di banda) ma per montare la colonna sonora di filmati registrati con la videocamera. Ad esempio, con il mixer si può elaborare il parlato o la colonna sonora di un filmato, in modo molto semplice: si mette la relativa videocassetta in un videolettore la cui uscita BF va al mixer mentre l’uscita video si collega al relativo ingresso di un VCR (leggi videoregistratore); quindi si avvia la riproduzione del filmato che verrà registrato su una cassetta vuota posta nel VCR avviato in registrazione. Contemporaneamente con il mixer si produce il segnale audio che dall’uscita raggiungerà l’ingresso audio del VCR. In tal modo è possibile introdurre una nuova colonna sonora, oppure mettere musica che faccia da sfondo al parlato, o ancora, riempire con musica le pause del parlato come si fa nei documentari. Ovviamente per la musica ed altri effetti sonori bisogna collegare agli ingressi AUX del mixer l’uscita di un lettore di audiocassette o di Compact Disc; agli ingressi MIC si possono collegare fino a cinque microfoni magnetici o a condensatore.

metri (altrimenti l'amplificazione dei segnali non sarebbe più stata costante) abbiamo adottato un semplice accorgimento: abbiamo scelto la resistenza d'ingresso dell'operazionale miscelatore in modo che il suo valore sia molto più elevato di quella del relativo potenziometro. Notate, ad esempio, che se il valore di R27 è di 4,7 Kohm, quello di R28 è di ben 22 Kohm.

Il segnale che U3a offre in uscita è quello ottenuto dalla miscelazione dei vari segnali d'ingresso; tuttavia non lo inviamo direttamente all'uscita del nostro mixer per una ragione a cui abbiamo accennato in precedenza: si tratta di un segnale in opposizione di fase rispetto a quelli d'ingresso. Ciò non è un problema per la miscelazione e la registrazione di nastri, ma può esserlo per l'amplificazione della voce: infatti ascoltando in altoparlante il segnale di un microfono sfasato di 180 gradi, mentre si parla, si ha l'impressione di una certa incoerenza; insomma, si prova quasi fastidio. Infatti U3a è fondamentalmente un amplificatore invertente, perciò ribalta di fase qualunque segnale lo attraversi. Per far sì che i segnali d'ingresso una volta miscelati escano comunque in fase abbiamo disposto un secondo stadio invertente in cascata a U3a: U3b. Quest'ultimo, oltre che invertirlo, provvede ad amplificare il segnale di circa tre volte, così da ottenere un'amplificazione complessiva di 14-15 volte, il che significa che con 100 millivolt efficaci all'ingresso AUX si può ottenere fino ad un volt e mezzo all'uscita. Ovviamente il segnale di uscita non viene "buttato fuori" così come viene amplificato, ma viene dosato grazie al potenziometro R48 che costituisce il controllo di volume "master". Bene, riteniamo completata la spiegazione del mixer; almeno per la sezione audio.In conclusione facciamo solo notare che l'intero circuito funziona a tensione alternata, poiché abbiamo incorporato un semplice ma efficace alimentatore stabilizzato capace di fornire l'alimentazione continua a 12V richiesta dagli elementi attivi (gli operazionali ed i tre transistor). L'alimentatore fa capo al ponte a diodi PD1 (che raddrizza la tensione alternata caricando C22 e C23) e al regolatore di tensione U4, che stabilizza la tensione tra il proprio terminale U e la massa a 12 volt. Il LED DL1 indica, illuminandosi, quando il mixer viene alimentato.

REALIZZAZIONE PRATICA

Concluso l'esame dello schema passiamo alla seconda parte di questo articolo, interessante forse più per chi intende costruirsi il mixer; siamo alla realizzazione, che prevede come primo passo la costruzione del circuito stampato. A tal proposito pubblichiamo la traccia lato rame della basetta a grandezza naturale. Inciso e forato il circuito stampato si debbono montare i componenti, meglio se nel seguente ordine: prima i componenti a basso profilo, cioè le resistenze e gli zoccoli per i tre integrati dual-in-line, poi i transistor, i condensatori (in ordine di altezza, quindi prima quelli non polarizzati) il ponte a diodi, il regolatore di tensione U4, il LED, e i nove potenziometri. Durante tutte le fasi del montaggio è utile, se non indispensabile, tenere di fronte la disposizione dei componenti, che indica come inserire correttamente i componenti polarizzati. In particolare ricordiamo che il regolatore va montato in modo che la parte metallica sia rivolta verso i potenziometri, mentre gli integrati dual-in-line devono essere inseriti nei rispettivi zoccoli in modo che le tacche di riferimento siano rivolte agli ingressi. A proposito di integrati, ricordiamo che quelli contenenti operazionali sono di tre tipi: TL081 (singolo) TL082 (doppio) e TL084 (quadruplo); questi possono essere sostituiti senza problemi rispettivamente con i tipi TL071, TL072, TL074, oppure µA771, µAF772, µAF774. Una volta montati tutti i componenti il circuito è pronto per funzionare, non richiedendo alcuna taratura. Per l'alimentazione è necessario fare uso di un trasformatore con primario da rete 220V-50Hz e secondario da 12 o 15 Veff. che va collegato (il secondario) ai punti Val del circuito stampato. Ovviamente è anche possibile alimentare il mixer con una tensione continua di valore compreso tra 15 e 20 volt; eventualmente è anche possibile utilizzare una tensione continua di 12 volt eliminando il regolatore montato sulla piastra. Per l'impiego del mixer consigliamo di racchiudere il dispositivo in un contenitore metallico collegando ad esso, in un solo punto, la massa prelevata dalla sezione di alimentazione (ad esempio dal terminale M del regolatore U4); in tal caso raccomandiamo, per evitare interferenze, di isolare dal contenitore le prese di ingresso e di uscita, giacché, come abbiamo appena detto, la massa deve essere collegata in un solo punto.

Ultima cosa: per il prototipo abbiamo previsto dei potenziometri rotativi ma nulla impedisce l'impiego degli slider; in tal caso però vanno montati all'esterno del circuito stampato, fissandoli al contenitore e collegandoli alle piazzuole dello stampato con cavetto schermato a due conduttori più lo schermo (che non va stagnato al contenitore dello slider per il solito motivo).